

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 628**

51 Int. Cl.:  
**H02M 7/49** (2007.01)  
**H02J 3/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10154628 .1**  
96 Fecha de presentación: **25.02.2010**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2234264**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2010**

54 Título: **Acondicionador de energía y sistema de generación de energía fotovoltaica solar**

30 Prioridad:  
**13.03.2009 JP 2009061916**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.05.2012**

73 Titular/es:  
**OMRON CORPORATION  
801, MINAMIFUDODO-CHO  
HORIKAWAHIGASHIIRU SHIOKOJI-DORI  
SHIMOGYO-KU  
KYOTO-SHI, KYOTO 600-8530, JP y  
TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

72 Inventor/es:  
**Mabuchi, Masao;  
Mizokami, Takao;  
Tsubota, Yasuhiro y  
Fujita, Hideaki**

74 Agente/Representante:  
**Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 381 628 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Acondicionador de energía y sistema de generación de energía fotovoltaica solar.

5 **Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a un acondicionador de energía para la conversión de una energía de corriente continua generada por fuentes de energía de corriente continua, tal como una célula solar de película delgada y una célula de combustible, en una energía de corriente alterna para la interconexión de utilidad, y un sistema solar fotovoltaico de generación de energía en que se utiliza el acondicionador de energía.

**Descripción de la técnica relacionada**

15 En la perspectiva de la protección del medio ambiente mundial, hay proyectos en curso de manera proactiva en los últimos años para el desarrollo de un sistema de generación de energía mediante una célula solar que llama la atención como una energía limpia inagotable. En un ejemplo del sistema de generación de energía, una energía de corriente continua generada por la célula solar es convertida por un acondicionador de energía en una energía de corriente alterna que tiene una frecuencia comercial para la interconexión de utilidad, de manera que la energía de corriente alterna convertida se suministra a una carga del hogar conectada a un sistema de energía comercial, y la energía excedente, si la energía de corriente alterna excede del consumo de energía mediante la carga del hogar, se devuelve al sistema como un flujo inverso de energía.

25 El acondicionador de energía utilizado en el sistema de generación de energía solar fotovoltaica convencionalmente incluye un inversor para convertir la energía de corriente continua generada por la célula solar en corriente alterna, y un dispositivo de protección para la interconexión de utilidad. Hay dos tipos de dispositivos, tales como un acondicionador de energía; un dispositivo aislante en el que una unidad de corriente continua y una unidad de corriente alterna están aisladas eléctricamente entre sí mediante un transformador de aislamiento, y un dispositivo de tipo no aislado en el que el transformador de aislamiento no se utiliza. Comparando estos dos dispositivos diferentes, este último dispositivo de tipo no aislado, que es más ventajoso en su rendimiento de conversión de energía, se utiliza más frecuentemente. Un ejemplo de este último dispositivo se indica en el documento de patente japonesa citado 1 (publicación de patente japonesa no examinada N° 2002-10496).

35 La figura 20 ilustra un ejemplo de un sistema solar fotovoltaico de generación de energía provisto de un acondicionador de energía de tipo no aislado. Un acondicionador de energía 36 ilustrado en el dibujo es operativo para la interconexión de utilidad con una fuente de energía comercial 2. El acondicionador de energía 36 está provisto de un condensador de filtrado 33 para igualar la energía generada y emitida desde un panel solar fotovoltaico 1, un inversor 34 de control PWM, un filtro 35 que tiene un reactor y un condensador, y un circuito de control no se muestran.

40 En el acondicionador de energía 36, la energía generada emitida desde el panel solar fotovoltaico 1 se iguala mediante el condensador de filtrado 33. El inversor 34 tiene elementos de conmutación 37-40, que son, por ejemplo, cuatro MOSFET donde los diodos están conectados en paralelo invertidos entre sí. El acondicionador de energía 36 controla una operación de conmutación de los elementos de conmutación 37-40 en el inversor 34 (los elementos de conmutación se conectan y se desconectan) a una frecuencia tan alta como alrededor de 18 kHz para convertir así la energía generada del panel solar fotovoltaico 1 igualada mediante el condensador de filtrado 33 en una energía de corriente alterna que se sincroniza con un sistema de energía comercial y emite la energía convertida. El acondicionador de energía 36 suministra la energía de corriente alterna convertida mediante el filtro 35 a una carga no mostrada o la suministra al sistema como un flujo inverso de energía. Una célula solar predominantemente usada en el panel solar fotovoltaico 1 hoy es una célula solar cristalina superior en su eficiencia de conversión de energía.

45 Otro ejemplo de la célula solar cada vez más a menudo utilizada es una célula solar de película fina barata ventajosa porque un volumen considerablemente reducido de silicio es utilizado como su material, su proceso de producción simplificado, permitiendo la producción de un panel solar fotovoltaico que tiene un área mayor. Una desventaja conocida de la célula solar de película delgada de silicio amorfo es que un potencial en un lado del electrodo negativo del mismo es posiblemente más bajo que un potencial de tierra, que acelera la degradación de envejecimiento.

60 Para evitar la degradación de envejecimiento de la célula solar de película delgada, es necesario ajustar el potencial en el lado del electrodo negativo para ser igual al potencial de tierra. Un acondicionador de energía aislante, en el que una unidad de corriente continua y una unidad de corriente alterna están aisladas eléctricamente entre sí mediante un transformador de aislamiento, puede establecer el potencial en el lado del electrodo negativo de la célula solar, que es el lado de corriente continua, al potencial de tierra.

65 A diferencia del acondicionador de energía aislante, un acondicionador de energía de tipo no aislado 36 que se

ilustra en la figura es 20 excelente en su eficiencia de conversión de energía, sin embargo, tiene el problema a resolver, que es el fracaso para mantener el potencial en el lado del electrodo negativo, que es un lado de entrada del acondicionador de energía 36, en el nivel del potencial de tierra, porque diferentes potenciales de referencia se utilizan en el lado de corriente continua y el lado de corriente alterna.

5 En las fuentes de energía de corriente continua distintos de la célula solar, tal como una célula de combustible y un generador de energía, es deseable conectar a tierra su lado del electrodo negativo en vista a una mejor seguridad para un evento tal como fuga eléctrica. El acondicionador de energía convencional de tipo no aislado tenía dificultad en mantener el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua a un nivel de potencial igual a un potencial de tierra de una salida de corriente alterna.

10 La publicación de patente WO 02063758 describe un aparato inversor para convertir tensión continua en tensión alterna y a la inversa, que comprende un primer convertidor VSC en conexión en cascada con al menos un segundo convertidor VSC. También tiene una unidad adaptada para controlar los dispositivos semiconductores de los convertidores y así generar el aparato convertidor una tensión de fase que está constituida por la suma de las tensiones generadas en dicho primer y segundo convertidor VSC. El primer convertidor VSC tiene entre su polo positivo y negativo una tensión continua que es sustancialmente mayor que la tensión continua del segundo convertidor VSC entre su polo positivo y negativo.

15 La publicación de la patente DE No. 102005040543 describe un circuito inversor estático con al menos una válvula estática inversora superior e inferior que presenta un módulo de fase, con lo que estos módulos de fase son conductores eléctricos laterales de tensión CC conectados con una barra de bus de tensión de CC positiva y negativa y en el que cada válvula del inversor estático presenta al menos dos subsistemas de dos polos, que están eléctricos conectados en serie. El paralelo eléctrico es de acuerdo a la invención en los terminales de cada subsistema de un dispositivo de protección conectado. Así, uno recibe un circuito inversor estático con reservas de energía distribuidas, que se pueden continuar utilizando en un redundante de problemas.

20 Calais M. et al. "Multilevel converters for single-phase grid connected photovoltaic systems: an overview" describe inversores de fuente de tensión de múltiples niveles que ofrecen varias ventajas en comparación con sus partes contrarias convencionales. Mediante la sintetización de la tensión del terminal de salida de CA a partir de varios niveles de tensiones de CC, se pueden producir formas de onda de escalera, que se acercan a la forma de onda sinusoidal con baja distorsión armónica, reduciendo así los requisitos de filtrado. La necesidad de varias fuentes en el lado de CC del inversor hace atractiva la tecnología de múltiples niveles para aplicaciones fotovoltaicas. Este documento proporciona una visión general de las diferentes topologías de múltiples niveles e investiga su idoneidad para sistemas fotovoltaicos de una sola fase conectados a la red. Varios sistemas fotovoltaicos sin transformador que incorporan convertidores de múltiples niveles se comparan respecto a cuestiones tales como el número de componentes y la tensión, la capacidad de energía del sistema y la influencia de la capacidad de la tierra de la matriz fotovoltaica.

#### 40 **Descripción de la invención**

La presente invención se llevó a cabo para resolver el problema convencional, y un objeto principal de la misma es proporcionar un acondicionador de energía de tipo no aislado capaz de retener un potencial en un lado del electrodo negativo de una fuente de energía de corriente continua a un nivel de potencial igual al potencial de tierra de una fuente de energía de corriente alterna, y un sistema solar fotovoltaico de generación de energía en el cual se utiliza el acondicionador de energía.

1) Un acondicionador de energía de acuerdo con la presente invención es un acondicionador de energía de tipo no aislado proporcionado entre una fuente de energía de corriente continua y una fuente de energía comercial para convertir una entrada de corriente continua de la fuente de energía de corriente continua en una salida de corriente alterna para la interconexión de utilidad con la fuente de energía comercial y la salida del resultado de la conversión, que comprende, un circuito para retener un potencial en un lado del electrodo negativo de la salida de corriente continua a un nivel de potencial equivalente o superior a un potencial de tierra de la salida de corriente alterna, en el que el circuito comprende: un primer circuito para cortar un tensión de corriente continua desde la fuente de energía de corriente continua a una primera frecuencia como una frecuencia del sistema y con ello generar una primera secuencia de tensiones de onda cuadradas que incluyen una pluralidad de tensiones de onda cuadradas que tienen un nivel de tensión que cambia en un lado positivo respecto a un primer potencial de referencia como un potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua; un segundo circuito para el uso de un potencial de la primera secuencia de tensiones de onda cuadrada como un segundo potencial de referencia, cortando el segundo circuito una salida del primer circuito a una segunda frecuencia un número predeterminado de veces tan alto como la primera frecuencia y generando así una segunda secuencia de tensiones de onda cuadrada, incluyendo una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que tienen un nivel de tensión más bajo que el nivel de tensión de la primera secuencia de las tensiones de onda cuadradas en el lado positivo que cambian en un lado negativo respecto al segundo potencial de referencia, sumando también el segundo circuito la primera y segunda secuencias de tensiones de onda cuadrada y generando así una tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que incluyen una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que tienen un nivel de tensión que cambia en los lados

positivo y negativo en los giros en la forma de onda sinusoidal respecto al primer potencial de referencia, y un tercer circuito para cortar la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada a una frecuencia determinada mediante una tercera temporización que depende de si una diferencia de tensión del mismo a una tensión de onda sinusoidal resulta en un valor positivo o un valor negativo y la salida de la tercera secuencia cortada de las tensiones de onda cuadrada como una salida de carga/descarga, controlando también el tercer circuito de PWM la salida de carga/descarga en una frecuencia PWM superior a la tercera frecuencia, de modo que la diferencia de tensión entre la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada y la tensión de onda sinusoidal se corrige y se genera la tensión de onda sinusoidal que cambia continuamente en los lados positivo y negativo respecto al primer potencial de referencia utilizando la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada y la salida PWM controlada, y la salida de la tensión generada por la onda sinusoidal en una carga. El acondicionador de energía de la presente invención se caracteriza además por el hecho de que el primer circuito incluye un primer circuito de conmutación que tiene un primer y un segundo elementos de conmutación conectados en serie entre sí, el primer circuito de conmutación está conectado en paralelo con un primer condensador conectado entre los electrodos positivo y negativo de la fuente de energía de corriente continua, estando el primer y segundo elementos de conmutación configurados para ser encendidos y apagados en vueltas a la primera frecuencia, incluyendo el segundo circuito un circuito de conexión en paralelo con un segundo condensador y un segundo circuito de conmutación, estando un lado de la conexión en paralelo del circuito de conexión en paralelo conectado a una porción de conexión, donde el primer y segundo elementos de conmutación están conectados en serie entre sí, el segundo circuito de conmutación con un tercer y un cuarto elemento de conmutación conectados en serie entre sí, estando el tercer y cuarto elementos de conmutación configurados para ser encendidos y apagados en vueltas en la segunda frecuencia, incluyendo el tercer circuito un circuito de conexión en paralelo con un tercer condensador y un tercer circuito de conmutación y un cuarto circuito de conmutación conectado en paralelo con el circuito de conexión en paralelo, teniendo el tercer circuito de conmutación un quinto y un sexto elementos de conmutación conectados en serie entre sí, una porción de conexión, donde el quinto y sexto elementos de conmutación están conectados en serie entre sí, estando conectados a una porción de conexión, donde el tercer y cuarto elementos de conmutación están conectados en serie entre sí, el quinto y sexto elementos de conmutación están configurados para ser encendidos y apagados en vueltas a la tercera frecuencia, y el cuarto circuito de conmutación tiene un séptimo y un octavo elementos de conmutación conectados en serie entre sí, estando el séptimo y el octavo elementos de conmutación configurados para ser de modulación de ancho de pulso (PWM) controlada en la frecuencia del ancho de pulso (PWM).

La fuente de energía de corriente continua indica que cualquiera de las fuentes de energía para generar una energía de corriente continua, tal como una célula solar, una pila de combustible, un generador de energía eólica y un generador de energía. Se incluye en "el potencial equivalente al potencial de tierra", que el lado del electrodo negativo de la entrada de corriente continua está directamente conectado a tierra, y el lado del electrodo negativo de la entrada de corriente continua no está directamente conectado a tierra, pero su potencial se ajusta sustancialmente para ser igual al potencial de tierra en los circuitos.

La onda cuadrada no tiene necesariamente formas de onda perfectas que aumentan y disminuyen y puede incluir más o menos contundencia resultante de la carga/descarga en el ascenso y descenso de la onda. Se entiende por "cambios en los lados positivo y negativo en los giros en la forma de la onda sinusoidal" que la tensión de onda cuadrada en el lado positivo (un lado) y la tensión de onda cuadrada en el lado negativo (el otro lado) respecto a un potencial de referencia se genera alternativamente en intervalos periódicos propuestos. Preferiblemente, la onda cuadrada y onda sinusoidal aparecen en iguales intervalos periódicos. La tensión de onda sinusoidal utilizada para obtener la diferencia de tensión en la secuencia de las tensiones de onda cuadrada es preferiblemente una tensión de objetivo de onda sinusoidal para la conversión de energía, más precisamente, se utiliza preferentemente un valor objetivo de la tensión de onda sinusoidal (valor nominal).

El acondicionador de energía de tipo no aislado de acuerdo con la presente invención comprende el circuito para retener el potencial en el lado del electrodo negativo de la corriente de salida directa en un nivel de potencial equivalente o superior al potencial de tierra de la salida de corriente alterna. Por lo tanto, el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ser retenido en un nivel de potencial equivalente al potencial de tierra mediante el acondicionador de energía de tipo no aislado. Cuando el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua es, por lo tanto, sustancialmente igual al potencial de tierra de la salida de corriente alterna, la seguridad en tal caso como fuga eléctrica puede ser asegurada. Cuando una célula solar de película delgada se utiliza en la fuente de energía de corriente continua, la degradación de envejecimiento puede ser impedida manteniendo un potencial en el lado del electrodo negativo de la célula solar de película delgada en un nivel de potencial equivalente o superior al potencial de tierra.

En el acondicionador de energía de acuerdo con la presente invención, el primer circuito y el segundo circuito se utilizan para generar la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia en los lados positivo y negativo en los giros en la forma de onda sinusoidal en relación con el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como el primer potencial de referencia, y también generar la tensión de onda sinusoidal que cambia continuamente en los lados positivo y negativo en relación con el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua utilizando el tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada. Por lo tanto, el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ser igual a un potencial cero de la tensión de onda sinusoidal. Como resultado, en el acondicionador

de energía de tipo no aislado donde no se utiliza ningún transformador de aislamiento, el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ajustarse favorablemente para que sea equivalente al potencial de tierra.

5 Otra ventaja es que las frecuencias de corte del primer a tercer circuito, en otras palabras, las frecuencias de conmutación de los elementos de conmutación, son favorablemente muy inferiores a las de un inversor de control PWM convencional para generar una secuencia de tensiones de onda cuadrada que incluye un gran número de tensiones en un semiciclo positivo o negativo de la onda sinusoidal. Como resultado, menos conmutación se puede disminuir, y elementos de conmutación con menos pérdida de conducción pueden ser seleccionados como  
10 elementos de conmutación.

El tercer circuito PWM controla la diferencia de tensión entre la tensión de onda sinusoidal y la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia en los lados positivo y negativo en los giros en la forma de onda sinusoidal. Por lo tanto, una tensión más baja que la del inversor de control PWM convencional es necesaria para la operación de conmutación, lo que resulta en la reducción de la pérdida de conmutación. Como resultado, una eficiencia de conversión de energía puede ser mejorada en comparación con el inversor convencional.  
15

2) En el acondicionador de energía de acuerdo con un modo preferido de la presente invención, el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como lado de corriente continua está conectado a tierra.  
20

De acuerdo con el modo preferido, el primer y segundo circuitos se utilizan para generar la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia en los lados positivo y negativo en los giros en la forma de onda sinusoidal respecto al potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente como primer potencial de referencia. A continuación, el tercer circuito genera la tensión de onda sinusoidal que cambia continuamente en los  
25 lados positivo y negativo en relación con el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua utilizando la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada. Por lo tanto, el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ser igual al potencial cero de la tensión de onda sinusoidal.

30 Como resultado, el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ser conectado a tierra mediante el acondicionador de energía de tipo no aislado de acuerdo con el modo preferido, cuando no se utiliza ningún transformador de aislamiento. Por consiguiente, la seguridad en tal caso de fuga eléctrica puede asegurarse. Una célula solar de película delgada, que puede ser utilizada en la fuente de energía de corriente continua, puede impedir la degradación de envejecimiento que resulta de su potencial en el lado del electrodo  
35 negativo inferior al potencial de tierra.

3) En el acondicionador de energía de acuerdo con otro modo preferido de la presente invención, la fuente de energía comercial comprende un cableado a tierra, y el primer circuito, el segundo circuito y el tercer circuito están dispuestos entre la entrada de corriente continua y la fuente de energía comercial.  
40

Ejemplos de la fuente de energía comercial que comprende un cableado de tierra son una fuente de energía comercial de conexión en Y de tres fases y una fuente de energía comercial de conexión en delta de tres fases, donde un punto neutro está conectado a tierra, y una fuente de energía comercial de una sola fase de tres fases y una fuente de energía monofásica comercial donde el cableado está conectado a tierra.  
45

Según otra realización preferida, el acondicionador de energía es operativo para la interconexión de utilidad con fuentes de energía comerciales diversamente diferentes que tienen un cableado a tierra.

4) En el acondicionador de energía de acuerdo con otro modo preferido de la presente invención, la fuente de energía comercial es una fuente de energía comercial de conexión en Y de tres fases, donde un punto neutro se conecta a tierra, el acondicionador de energía convierte la entrada de corriente de la fuente de energía de corriente continua en una energía de corriente alterna trifásica para la interconexión de utilidad de la fuente de energía comercial de conexión en Y de las tres fases, y proporciona energía de corriente alterna trifásica convertida como la salida de corriente alterna, y el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como lado de corriente continua está conectado al punto neutro de la fuente de energía comercial de conexión en Y de tres fases como un lado de corriente alterna para ser conectado a tierra.  
50  
55

De acuerdo todavía con otra forma de realización preferida, la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia a los lados positivo y negativo por turnos en la forma de onda sinusoidal relativa al potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua que se genera. Entonces, la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada se utiliza para generar la tensión de onda sinusoidal que cambia continuamente a los  
60 lados positivo y negativo en relación con el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua. Por lo tanto, el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ser igual al potencial cero de la tensión de onda sinusoidal. Como resultado, el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como el lado de corriente continua pueden ser conectados a tierra por el acondicionador de energía de tipo no aislado donde no se utiliza ningún transformador de aislamiento.  
65

En consecuencia, se puede proporcionar una mayor seguridad en un caso tal como una fuga eléctrica. Utilizando una célula solar de película delgada en la fuente de energía de corriente continua, por lo tanto, la ocurrencia de la degradación de envejecimiento, que resulta del potencial en el lado del electrodo negativo de la célula solar de película delgada inferior al potencial de tierra, puede ser evitada.

En el caso en que el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua y el punto neutro de la fuente de energía comercial de tres fases de conexión Y estén ambos conectados a tierra, el flujo de una corriente de fallo de conexión a tierra diverge en dos direcciones, cableado y a tierra, conduciendo a un mal funcionamiento de una función de detección de fallo de conexión a tierra. De acuerdo con todavía otra forma de realización preferida técnicamente ventajosa en que el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua no está directamente conectado a tierra, pero está conectado al punto neutro de la fuente de energía comercial de tres fases de la conexión Y para estar indirectamente conectado a tierra a través del punto neutro, la función de detección de fallo de conexión a tierra puede ejercer un rendimiento esperado. Esta estructura distintiva permite que la función de detección del fallo de conexión a tierra detecte la corriente de fallo de conexión a tierra y cierre de forma protectora los circuitos eléctricos si un operador, por ejemplo, entrase accidentalmente en contacto con un lado de electrodo positivo de la entrada de corriente continua. Como resultado, el operador puede ser protegido de una descarga eléctrica.

El acondicionador de energía de acuerdo con otro modo todavía preferido puede comprender además un circuito de detección de fuga eléctrica para detectar fugas de corriente y un circuito de cierre para cerrar la fuga eléctrica detectada por el circuito de detección de fuga eléctrica. Con estos elementos estructurales proporcionados adicionalmente, la función de detección de fallo de conexión a tierra puede ejercer un rendimiento esperado debido a que el electrodo del lado negativo de la fuente de energía de corriente continua no está directamente conectado a tierra, pero está conectado al punto neutro de la fuente de energía comercial trifásica de la conexión Y y luego, indirectamente, conectado a tierra a través del punto neutro. Esta estructura permite la función distintiva de detección de fallo de conexión a tierra para detectar el fallo de corriente conectado tierra y cierre de forma protectora de los circuitos eléctricos si el operador entrase accidentalmente en contacto con el lado del electrodo positivo de la entrada de corriente continua. Como resultado, el operador puede ser protegido de una descarga eléctrica.

5) En el acondicionador de energía de acuerdo con otra modalidad preferida de la presente invención, el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como el lado de corriente continua están directamente conectados a tierra.

De acuerdo con la presente invención, se genera la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia los lados positivo y negativo por turnos en la forma de onda sinusoidal en relación con el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua. Entonces, la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada se utiliza para generar la tensión de onda sinusoidal que cambia continuamente a los lados positivo y negativo en relación con el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua. Por lo tanto, el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ser igual al potencial cero de la tensión de onda sinusoidal.

En el acondicionador de energía de tipo no aislado de acuerdo con otra modalidad preferida de la presente invención en que no se utiliza ningún transformador de aislamiento, el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como el lado de corriente continua puede ser conectado a tierra. Como resultado, la seguridad en la aparición de fuga eléctrica puede ser mejorada. Utilizando una célula solar de película delgada en la fuente de energía de corriente continua, por lo tanto, la ocurrencia de la degradación de envejecimiento, que resulta del potencial en el lado del electrodo negativo de la célula solar de película delgada inferior al potencial de tierra, puede ser evitada.

El lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como el lado de corriente continua y un cableado de la fuente de energía comercial son, respectivamente, conectados a tierra, mientras que no es necesario conectar el lado del electrodo negativo para el cableado a tierra. Esto evita que los armónicos altos tales como armónicos de tercer orden, si se generan en el cableado debido a, por ejemplo, la distorsión de una tensión del sistema, se ejecuten a través de los circuitos internos del acondicionador de energía, evitando así la rotura de los circuitos internos por los armónicos altos.

6) En el acondicionador de energía de acuerdo con otra modalidad preferida de la presente invención, la fuente de energía comercial es una fuente de energía comercial de tres fases de conexión Y, donde se conecta a tierra un punto neutro, el acondicionador de energía convierte la entrada de corriente continua de la fuente de energía de corriente continua a una energía corriente alterna trifásica para la interconexión de la utilidad con las fases de la fuente de energía comercial de tres fases de conexión en Y, y produce la energía corriente alterna de tres fases convertida como la salida de corriente alterna,

el primer circuito, el segundo circuito y el tercer circuito están dispuestos entre la entrada de corriente continua y la fuente de energía comercial de conexión en Y de las tres fases, y

el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como el lado de corriente continua es igual al potencial de tierra.

5 De acuerdo con todavía otra forma de realización preferida, se genera la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia a los lados positivo y negativo por turnos en la forma de onda sinusoidal relativa al potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua. Entonces, la tensión de onda sinusoidal que cambia continuamente a los lados positivo y negativo en relación con el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua es generada a partir de la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada. Por lo tanto, el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ser igual al potencial cero de la tensión de onda sinusoidal. Como resultado, el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como el lado de corriente continua puede ser conectado a tierra por el acondicionador de energía de tipo no aislado donde no se utiliza ningún transformador de aislamiento.

15 Como resultado, la seguridad en la aparición de fugas eléctricas puede ser mejorada. Utilizando una célula solar de película delgada en la fuente de energía de corriente continua, por lo tanto, la ocurrencia de la posible degradación de envejecimiento, que resulta de que el potencial en el lado del electrodo negativo de la célula solar de película delgada es inferior al potencial de tierra, puede ser evitada.

20 El lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua, aunque no directamente conectado a tierra, por consiguiente, tiene un potencial sustancialmente igual al potencial en el punto neutro donde las fases de la fuente de energía comercial de conexión en Y de las tres fases están bien equilibradas. El lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua es, por tanto, prácticamente conectado a tierra, y la función de detección de fallo de conexión a tierra puede funcionar bien debido a que se hace innecesaria para conectar a tierra directamente al lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua. Esta estructura distintiva permite la función de detección de fallo de conexión a tierra para detectar la corriente de fallo de conexión a tierra y cierre de forma protectora los circuitos eléctricos cuando el operador entrase accidentalmente en contacto con el lado del electrodo positivo de la entrada de corriente continua. Como resultado, el operador puede ser protegido de una descarga eléctrica.

25 Es innecesario conectar el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua al cableado O la fuente de energía comercial de conexión en Y de las tres fases. Esta estructura distinta puede evitar los armónicos altos como armónicos de tercer orden, si se generan en el cableado debido a la distorsión de la tensión del sistema, de extenderse a través de los circuitos internos del acondicionador de energía, evitando así la rotura de los circuitos internos por los armónicos altos.

30 De acuerdo con todavía otra realización preferida, el primer circuito genera la primera secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia al lado positivo con respecto al primer potencial de referencia que es el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua. El segundo circuito genera la segunda secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia al lado negativo con respecto al potencial de referencia que es el segundo potencial de la primera secuencia de tensiones de onda cuadrada. El segundo circuito adicional genera la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que cambia los lados positivo y negativo por turnos relativos al primer potencial de referencia en la forma de onda sinusoidal mediante la suma de las secuencias primera y segunda de tensiones de onda cuadrada. Los terceros circuitos generan la tensión de onda sinusoidal que cambia continuamente a los lados positivo y negativo en relación con el primero potencial de referencia a partir de la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada. Por lo tanto, el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua puede ser igual al potencial cero de la tensión de onda sinusoidal. Como resultado, se utiliza el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua ya que el lado de corriente continua puede ser conectado a tierra por el acondicionador de energía de tipo no aislado donde no se utiliza ningún transformador de aislamiento.

35 8) Un sistema solar fotovoltaico de generación de energía de acuerdo con la presente invención comprende:

55 una célula solar de película delgada como la fuente de energía de corriente continua, y el acondicionador de energía indicado en el modo preferido 2).

60 De acuerdo con el sistema de generación de energía en donde se utiliza el acondicionador de energía de acuerdo con uno de los modos preferidos, el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como el lado de corriente continua puede ser conectado a tierra mediante el acondicionador de energía de tipo no aislado donde se utiliza el transformador de no aislamiento. Por lo tanto, la ocurrencia de posible degradación de envejecimiento, que resulta en el potencial en el lado del electrodo negativo de la célula solar de película delgada inferior al potencial de tierra, puede ser evitada.

65 La eficiencia de conversión de energía del acondicionador de energía puede ser mayor que la del acondicionador de

energía convencional. Como resultado, el sistema de generación de energía per se puede aumentar su eficiencia de energía.

5 De acuerdo con los modos preferidos descritos hasta ahora, el potencial en el lado del electrodo negativo de la corriente de salida directa puede ser retenido en un nivel de potencial equivalente al potencial de tierra por el acondicionador de energía de tipo no aislado. Cuando el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua es, por tanto sustancialmente igual al potencial de tierra de la salida de corriente alterna, la seguridad en caso de fuga eléctrica puede ser mejorada. Cuando una célula solar de película delgada se utiliza en la fuente de energía de corriente continua, puede impedirse que se realice la degradación de envejecimiento manteniendo el potencial en el lado del electrodo negativo de la célula solar de película delgada a un nivel de potencial equivalente o superior al potencial de tierra.

15 De acuerdo con los modos preferidos descritos hasta ahora, la seguridad en la aparición de fugas eléctricas puede ser mejorada. Una célula solar de película delgada, que puede ser utilizada en la fuente de energía de corriente continua, puede impedir la degradación de envejecimiento que resulta de su potencial en el lado del electrodo negativo inferior al potencial de tierra.

Breve descripción de los dibujos

20 Estos y otros objetos, así como ventajas de la invención se pondrán de manifiesto por la siguiente descripción de realizaciones preferidas de la invención. Una serie de beneficios no citados en esta memoria llamarán la atención del experto en la materia tras la aplicación de la presente invención.

25 La figura 1 es un dibujo que ilustra un sistema de generación de energía solar fotovoltaico de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

La figura 2 son ilustraciones mencionadas en la descripción de una operación de un acondicionador de energía que se ilustra en la figura 1.

30 La figura 3 son ilustraciones mencionadas en la descripción de una teoría de funcionamiento de un primer circuito supresor ilustrado en la figura 1.

35 La figura 4 son ilustraciones mencionadas en la descripción de una teoría de funcionamiento de un segundo circuito supresor ilustrado en la figura 1.

La figura 5 es una ilustración mencionada en la descripción de una teoría de funcionamiento de un tercer circuito supresor ilustrado en la figura 1.

40 La figura 6 son dibujos que ilustran formas de onda de tensión de los elementos estructurales ilustrados en la figura 5.

La figura 7 son dibujos que ilustran las tensiones de los elementos estructurales cuando una tensión introducida es de 800 V.

45 La figura 8 son dibujos que ilustran las tensiones de los elementos estructurales cuando la tensión introducida es de 520 V.

50 La figura 9 son dibujos que ilustran formas de onda de tensión de los elementos estructurales ilustrados en la figura 1.

La figura 10 es una ilustración de un sistema de tres hilos de fase única.

La figura 11 es una ilustración de un sistema de tres hilos de tres fases.

55 La figura 12 es una ilustración de un sistema de cuatro hilos de fase tres.

La figura 13 es un gráfico que ilustra las características de acuerdo con la realización preferida y las características de un sistema convencional.

60 La figura 14 es un dibujo que ilustra el sistema convencional que se ilustra en la figura 13.

La figura 15 es un dibujo para ilustrar el riesgo de una descarga eléctrica para un operador.

65 La figura 16 es un dibujo para describir un flujo de corriente cuando un lado del electrodo negativo de una célula solar y un punto neutro de una fuente de energía comercial están ambos conectados a tierra.

La figura 17 es un dibujo que ilustra otra forma de realización preferida de la presente invención.

La figura 18 es un dibujo que ilustra todavía otra realización preferida de la presente invención.

5 La figura 19 es un dibujo que ilustra todavía otra realización preferida de la presente invención.

La figura 20 es un dibujo que ilustra un ejemplo convencional.

**Descripción detallada de la invención**

10 Realización preferida 1

15 La figura 1 es una ilustración de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica de una estructura de dos hilos fase única de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. El sistema solar fotovoltaico de generación de energía de acuerdo con la presente realización preferida está provisto de un panel solar fotovoltaico 1, y un acondicionador de energía 3, operables para la interconexión de utilidad con una fuente de energía comercial 2, para la conversión de una corriente continua de alimentación desde el panel solar fotovoltaico 1 en una energía de corriente alterna.

20 El panel solar fotovoltaico 1 tiene una pluralidad de módulos fotovoltaicos solares conectados en serie o en paralelo entre sí de manera que se genera una energía requerida. Las células solares muy delgadas de silicio amorfo constituyen el panel solar fotovoltaico 1 de acuerdo con la presente realización preferida. El acondicionador de energía 3 de acuerdo con la presente realización preferida es un acondicionador de energía de tipo no aislado no provisto de un transformador de aislamiento. El acondicionador de energía 3 comprende un primer condensador 4 que sirve como un condensador de filtrado, primeros - terceros circuitos de corte 5 a 7, un filtro de ruido 8, y un circuito de control 9 para controlar los circuitos de corte 5 a 7 mediante la medición de tensiones de los elementos estructurales respectivos. Los primeros - circuitos terceros de corte 5-7 y el circuito de control 9 constituyen un inductor de corte en cascada conectado al panel solar fotovoltaico 1. Un lado de electrodo negativo de la placa solar fotovoltaica 1 está conectado a tierra. Un punto ilustrado en la figura 1 denota una conexión a tierra, y una tensión en la tierra es cero. Un punto b denota un lado electrodo positivo de la placa solar fotovoltaica 1. El primer condensador 4 está conectado en paralelo entre los electrodos positivo y negativo de la placa solar fotovoltaica 1.

35 El primer circuito de corte 5 está conectado en paralelo con el primer condensador 4. El primer circuito de corte 5 incluye dos elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 conectados en serie entre sí, y los diodos están conectados en paralelo inverso a los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11. El primer circuito de corte 5 incluyendo los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 constituye un primer circuito de conmutación.

40 En el primer circuito de corte 5, los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 se conectan y desconectan por turnos a una primera frecuencia  $f_1$  igual a una frecuencia del sistema, por ejemplo, 50 Hz por una señal de puerta suministrada desde el circuito de control 9. De una manera similar a los elementos de conmutación 12 a 17 de los circuitos de corte segundo y tercero 6 y 7, un MOSFET de canal N constituye los respectivos elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11. El elemento de conmutación no se limita necesariamente a la MOSFET, y cualquiera de otros elementos de conmutación, tales como IGBT y el transistor, pueden ser utilizados.

45 El segundo circuito de corte 6 incluye un segundo condensador 18 y un segundo circuito de conmutación conectados en serie con dos elementos de conmutación, tercero y cuarto, 12 y 13 al que los diodos están conectados en paralelo inverso. El segundo condensador 18 y el segundo circuito de conmutación están conectados en paralelo entre sí. Los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 se conectan y desconectan por turnos a una segunda frecuencia  $f_2$  dos veces tan alta como la primera frecuencia  $f_1$ , Por ejemplo, 100 Hz, por una señal de puerta suministrada desde el circuito de control 9.

50 Un lado extremo del segundo circuito de corte 6, donde están conectados el segundo condensador 18 y el segundo circuito de conmutación en paralelo, está conectado a una porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie en el primer circuito de corte 5. Un punto de la conexión se muestra con c. En el dibujo, C y D están, respectivamente, en los lados de dos electrodos del condensador del segundo condensador 18.

55 El tercer circuito de corte 7 incluye un tercer circuito de conmutación conectado en serie que tiene dos elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 a que los diodos están conectados en paralelo inverso, un tercer condensador 19, y un cuarto circuito de conmutación que tiene conectado en serie dos elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 para que los diodos estén conectados en paralelo inverso. En el tercer circuito de corte 7, el tercer circuito de conmutación, tercer condensador 19 y el cuarto circuito de conmutación están conectados en paralelo entre sí. Un lado extremo del tercer circuito de corte 7 donde estos circuitos están conectados en paralelo y el otro lado extremo de éste se muestran con F y G en la figura 1. F y G están, respectivamente, en los lados de dos electrodos del condensador del tercer condensador 19.

5 Los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 se conectan y desconectan por turnos a una tercera frecuencia  $f_3$  tres veces más alta que la primera frecuencia  $f_1$ , por ejemplo, 150 Hz, por una señal de puerta suministrada desde el circuito de control 9. Los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 son controlados mediante PWM en una alta frecuencia  $f_4$ , por ejemplo, 18 kHz, por una señal de puerta suministrada desde el circuito de control.

10 Una porción de conexión, donde los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 están conectados en serie en el tercer circuito de corte 7 está conectada a una porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 están conectados en serie en el segundo circuito de corte 6. Un punto de la conexión se muestra con e en la figura 1. El filtro de ruido 8 incluyendo un reactor 20 y un cuarto condensador 21 está conectado a una porción de conexión, donde los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 están conectados en serie en el tercer circuito de corte 7. Un punto de la conexión se muestra en la figura 1 con h. Una carga no mostrada y la fuente de energía comercial 2 están conectadas al filtro de ruido 8.

15 El circuito de control 9 mide una tensión  $V_s$  sistema y un sistema actual  $I_s$  por medio de un circuito amplificador diferencial que no se muestra y, por tanto calcula un valor nominal  $V^*$  como una tensión sinusoidal objetivo sincronizando con la frecuencia del sistema de la fuente de energía comercial 2 como en la tecnología convencional. El circuito de control 9 mide tensiones adicionales VD1, VD2 y VD3 en ambos extremos de los primeros - terceros condensadores 4, 18 y 19 por medio del circuito amplificador diferencial que no se muestra y con ello genera las señales de puerta para controlar los circuitos de corte 5-7.

20 La tensión Vd1 es una tensión continua de salida de corriente del panel solar fotovoltaico 1 detectada en el punto b con una tensión en el punto de tierra a como una tensión de referencia. La tensión Vd2 es una tensión de carga en el punto c del electrodo condensador del segundo condensador 18 del segundo circuito de corte 6 con una tensión en el otro punto d del electrodo condensador del mismo como una tensión de referencia. La tensión Vd3 es una tensión de carga en el punto g del electrodo condensador del tercer condensador 19 del tercer circuito de corte 7 con una tensión en el punto f de otro electrodo condensador del mismo como una tensión de referencia.

25 La figura 2 son dibujos que ilustran esquemáticamente las operaciones de los circuitos de corte 5-7 de acuerdo con la presente realización preferida. (A) en la figura 2 es una ilustración de los principales elementos estructurales de la figura 1, y (B) - (D) en la figura 2 ilustran, respectivamente, tensiones V1, V2 y V3 de (A) en la figura. 2. En (B) en la figura 2 y (C) en la figura 2, una forma de onda del valor comando  $V^*$  como la tensión sinusoidal objetivo sincronizando con la frecuencia del sistema se muestra una línea sólida delgada.

30 La tensión V1 es una tensión en el punto c que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie en el primer circuito de corte 5 con un potencial en el punto del suelo como un primer potencial de referencia. La tensión V2 es una tensión en el punto e que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 están conectados en serie en el segundo circuito de corte 6 con un potencial en el punto c como un segundo potencial de referencia. La tensión V3 es una tensión en el punto h que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 están conectados en serie en el tercer circuito de corte 7, en el que un potencial en el punto e, que es la porción de conexión cuando los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 del tercer circuito de corte 7 están conectados en serie, se utilizan como un potencial de referencia.

35 En el caso de 50 Hz igual a la frecuencia del sistema de la fuente de energía comercial 2, los elementos de conmutación 10 y 11 en el primer circuito de corte 5 se conecta y desconecta por turnos a la primera frecuencia  $f_1$ , 50 Hz, igual al sistema frecuencia. En consecuencia, la tensión V 1 en el punto c, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie, resulta en una primera secuencia de tensiones de onda cuadrada que incluye una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que se eleva al lado positivo con una tensión en el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 (nivel de tensión cero) como una primera tensión de referencia, como se ilustra en (B) en la figura 2. El nivel de tensión de onda cuadrada de la tensión V1 es igual a la tensión de salida de corriente continua Vd1 en el lado del electrodo positivo del panel solar fotovoltaico 1.

40 En el segundo circuito de corte 6, los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 se conectan y desconectan por turnos a la segunda frecuencia  $f_2$ , 100 Hz, el doble de alta que la primera frecuencia  $f_1$ . En consecuencia, como se ilustra en (C) en la figura 2, la tensión V2 en el punto e, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 están conectados en serie, resulta en una segunda secuencia de tensiones de onda cuadrada, incluyendo una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que cae en el lado negativo con el punto c, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie como un segundo punto de referencia. El nivel de tensión de onda cuadrada de la tensión V2 se controla para ser 1/2 de la tensión de salida de corriente continua Vd1.

45 Tal como se ilustra en (D) en la figura 4 que se describe más adelante, la tensión V2 en el punto e, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 están conectados en serie en el segundo

circuito de corte 6, es igual a la tensión  $V1 + V2$  (la suma de la tensión  $V1$  en los puntos a - c y la tensión  $V2$  en los puntos c - e) que tiene una forma de onda escalonada que cambia de forma sinusoidal a los lados positivo y negativo por turnos, en el caso en el punto de tierra a se utiliza como un punto de referencia, en otras palabras, el primer potencial de referencia se utiliza como el potencial de referencia. La tensión  $V1 + V2$  que tiene la forma de onda escalonada cambia a los lados positivo y negativo por turnos en sincronización con el valor comando  $V^*$  como el valor objetivo sinusoidal que se muestra en (D) en la figura 4 en una línea continua fina.

En el tercer circuito de corte 7, los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 se conectan y desconectan por turnos a la tercera frecuencia  $f3$ , 150 Hz, tres veces más alta que la primera frecuencia  $f1$  de modo que se compensa una diferencia de tensión entre la tensión  $V1 + V2$  que tiene la forma de onda escalonada y el valor nominal  $V^*$  como la tensión de objetivo sinusoidal. Los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 son controlados por PWM en la frecuencia  $f4$ , 18 kHz.

Como resultado, tal como se ilustra en (D) en la figura 2, la tensión  $V3$  en el punto h, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 están conectados en serie en el tercer circuito de corte 7 en (A) en la figura 2, es igual a la diferencia de tensión entre la tensión  $V1 + V2$  que tiene la forma de onda escalonada y el valor nominal  $V^*$  como la tensión de objetivo sinusoidal si se indica como un valor medio de PWM basado en el punto e que es la porción de conexión cuando los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 están conectados en serie como punto de referencia.

Por lo tanto, la tensión  $V3$  en el punto h, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 están conectados en serie en el tercer circuito de corte 7, es igual a una tensión de onda sinusoidal de acuerdo con el valor nominal  $V^*$  como la tensión de objetivo en sincronización con la fuente de energía comercial 2 en el caso en que el primer potencial de referencia en el punto del suelo se utilice como un potencial de referencia.

La teoría del funcionamiento de cada una de los circuitos de corte primero - tercero 5 a 7 se describe con más detalle. La figura 3 son dibujos que ilustran la teoría de funcionamiento del primer circuito de corte 5. (A) en la figura 3 ilustra el panel solar fotovoltaico 1, primer condensador 4 y el primer circuito de corte 5. (B) en la figura 3 ilustra la tensión  $V1$  en los puntos a - c. En (B) en la figura 3, el valor nominal  $V^*$  como la tensión de objetivo sinusoidal se muestra en una línea continua fina.

En el punto b en el lado positivo del panel solar fotovoltaico 1 se detecta la aparición de la tensión de salida de corriente continua  $Vd1$  del panel solar fotovoltaico 1 suavizada por el primer condensador 4 con un potencial en el punto de tierra como un primer potencial de referencia.

En el primer circuito de corte 5, la tensión de salida de corriente continua  $Vd1$  se corta por los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 que se encienden y se apagan por turnos en la primera frecuencia  $f1$ , 50 Hz. Cuando el primer elemento de conmutación 10 está encendido y el segundo elemento de conmutación 11 está desconectado, la tensión de carga  $Vd1$  del primer condensador 4, que es la tensión en el punto b, aparece en el punto c que es la porción de conexión cuando los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie en el primer circuito de corte 5.

Cuando el primer elemento de conmutación 10 está desconectado y el segundo elemento de conmutación 11 está encendido, la tensión de tierra  $Vd1$  en el punto a aparece en el punto c que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie en el primer circuito de corte 5.

Por lo tanto, como se ilustra en (B) en la figura 3, la tensión  $V1$  en el punto c, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie, los resultados en la primera secuencia de tensiones de onda cuadrada, incluyendo una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que sube al lado positivo con el potencial de tierra como el primer potencial de referencia como se describió anteriormente. La tensión  $V1$  es una tensión en el punto c que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie con el punto a en el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 como referencia. El nivel de tensión de onda cuadrada es igual a la tensión de salida  $Vd1$  de corriente continua del panel solar fotovoltaico 1, por ejemplo, 800 V.

El primer circuito de corte 5, que genera la secuencia de las tensiones de onda cuadrada que tiene una fase igual a la de la tensión del sistema, puede dar salida a una energía efectiva.

La figura 4 es un dibujo mencionado en la descripción de la teoría de funcionamiento del segundo circuito de corte 6. (A) en la figura 4 ilustra el primer circuito de corte 5 y el segundo circuito de corte 6, (B) en la figura 4 ilustra la tensión  $V1$ , (C) en la fig 4 ilustra la tensión  $V2$ , y (D) en la figura 4 ilustra la tensión  $V1 + V2$ . En (B) - (D) en la figura 4, el valor nominal  $V^*$  como la tensión objetivo sinusoidal se muestra en una línea continua fina.

En el segundo circuito de corte 6, la tensión  $V1$  en el punto c ilustrado en (B) en la figura 4 está cortada por los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13, que se encienden y se apagan a su vez en la segunda

frecuencia  $f_2$ , 100 Hz. Cuando el tercer elemento de conmutación 12 está encendido y el cuarto elemento de conmutación 13 está desconectado, un potencial en el punto e, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 están conectados en serie, es igual a un potencial en el punto c que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie en el primer circuito de corte 5. Cuando el tercer elemento de conmutación 12 se desconecta y el cuarto elemento de conmutación 13 está encendido, el potencial en el punto e, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 están conectados en serie, es menor que el potencial en el punto c. Por lo tanto, la tensión  $V_2$  en el punto e, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 están conectados en serie, resulta en la segunda secuencia de tensiones de onda cuadrada, incluyendo una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que cae en el lado negativo con un potencial en el punto c, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 están conectados en serie como el segundo potencial de referencia tal como se ilustra en (C) en la figura 4.

Cuando el primer elemento de conmutación 10 está encendido y el segundo elemento de conmutación 11 se desconecta en el primer circuito de corte 5, y el tercer elemento de conmutación 12 se desconecta y el cuarto elemento de conmutación 13 se conecta en el segundo circuito de corte 6, el segundo condensador 18 se carga. Cuando el primer elemento de conmutación 10 está desconectado y el segundo elemento de conmutación 11 se enciende en el primer circuito de corte 5, y el elemento de conmutación tercera 12 se desconecta y el cuarto elemento de conmutación 13 se enciende en el segundo circuito de corte 6, las cargas almacenadas en el segundo condensador 18 se descargan a través de los elementos de conmutación 11 y 13, respectivamente, conmutados anteriormente. El segundo condensador 18 se cargará entonces en períodos de carga  $T_1$  y se descargará en los períodos de descarga  $T_2$  por turnos repetidamente como se ilustra en (C) en la figura 4, lo que genera la tensión de onda cuadrada que cae hacia el lado negativo con el segundo potencial de referencia en el punto c como el potencial de referencia. El nivel de tensión de onda cuadrada  $V_{d2}$  es  $1/2$  de la tensión de salida en corriente continua  $V_{D1}$  del panel solar fotovoltaico 1 ( $V_{d2} = -V_{D1}/2$ ), por ejemplo, 400 V.

La tensión  $V_2$  es una tensión en el punto e que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 están conectados en serie con el punto c que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo 11 y 12 están conectados en serie como punto de referencia. En el segundo circuito de corte 6, por lo tanto, en el punto e se detecta la aparición de la tensión  $V_1 + V_2$  (la suma de la tensión  $V_1$  en los puntos a - c en (B) en la figura 4 y la tensión  $V_2$  en el los puntos c - e en (C) en la figura 4 que tiene la forma de onda escalonada que cambia a los lados positivo y negativo por turnos en respuesta a los cambios del valor comando  $V^*$  como la tensión de objetivo sinusoidal ilustrada en (D) en la figura 4 con el potencial en el punto a en el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 como el potencial de referencia en primer lugar. En el segundo circuito de corte 6, armónicos de orden homogéneo pueden ser eliminados debido a que es generada la secuencia de las tensiones de onda cuadrada que cae en el lado negativo, y su poder efectivo teórico es cero ya que la carga y descarga se realiza repetidamente con el mismo poder.

La carga y descarga están habilitadas por el flujo de la corriente del sistema  $I_s$  ilustrado en (C) en la figura 9, que se describe más adelante, en el segundo condensador 18. Cuando la corriente del sistema  $I_s$  ilustrada en (C) en la figura 9 es positiva, el segundo condensador 18 se carga con una onda sinusoidal de corriente en los tiempos  $T_1$  que se ilustran en (C) en la figura. 4. Por lo tanto,  $V_2$  disminuye progresivamente en los períodos  $T_1$ , en la práctica. Cuando la corriente del sistema  $I_s$  que se ilustra en (C) en la figura 9 es negativa, la corriente de onda sinusoidal se descarga del segundo condensador 18 en los períodos  $T_2$  ilustrados en (C) en la figura 4. Por lo tanto,  $V_2$  se incrementa progresivamente en la práctica.

La figura 5 es un dibujo mencionado en la descripción de la teoría de funcionamiento del tercer circuito de corte 7. (A) en la figura 6 ilustra la tensión  $V_1 + V_2$  que tiene la forma de onda escalonada, (B) en la figura 6 ilustra un valor medio de PWM de la tensión  $V_3$  en el punto h que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 están conectados en serie con el punto e, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 están conectados en serie, como punto de referencia. En (A) en la figura 6, el valor nominal  $V^*$  como la tensión de objetivo sinusoidal se muestra en una línea continua fina.

Los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 se conectan y desconectan por una temporización que depende de si la diferencia de tensión entre la tensión  $V_1 + V_2$  que tiene la forma de onda escalonada en el punto e ilustrado en (A) en la figura 6 y el valor nominal  $V^*$  resultan en una tensión sinusoidal objetivo en un valor positivo o un valor negativo. Como resultado, la tensión  $V_1 + V_2$  se suministra al y se descarga del tercer condensador 19 mediante la temporización del control de encendido/apagado.

En otras palabras, la diferente tensión muestra un valor positivo en cuanto a la expresión relacional, la tensión  $V_1 + V_2 >$  valor nominal  $V^*$  como la tensión objetivo sinusoidal es satisfecha, y el quinto elemento de conmutación 14 está encendido y el sexto elemento de conmutación 15 está apagado. Como resultado, el tercer condensador 19 se carga con la tensión  $V_1 + V_2$ .

La diferente tensión muestra un valor negativo en cuanto a la expresión de relación, la tensión  $V_1 + V_2 <$  valor nominal  $V^*$  como la tensión de objetivo sinusoidal es satisfecha, y el quinto elemento de conmutación 14 se

desconecta y el sexto elemento de conmutación 15 se conmuta sucesivamente. Como resultado, la tensión cargada en el tercer condensador 19 se descarga del mismo.

5 El valor de los cambios de diferencia de tensión por el ciclo de 150 Hz, que es la tercera frecuencia  $f_3$ , por lo tanto, los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 se conectan y desconectan por turnos a la tercera frecuencia  $f_3$ .

10 En el tercer circuito de corte 7, los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 son controlados por PWM a una cuarta frecuencia  $f_4$ , 18 kHz, que es unos pocos cientos de veces más alta que la primera frecuencia  $f_1$ , sobre la base de dicho impuesto que corrige la diferencia de tensión entre la tensión  $V_1 + V_2$  y el valor nominal  $V^*$  como la tensión de objetivo sinusoidal. En consecuencia, la tensión  $V_3$  que corresponde a la diferencia de tensión entre la tensión  $V_1 + V_2$  tiene la forma de onda escalonada y el valor nominal  $V^*$  como la tensión de objetivo sinusoidal aparece en el punto h que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 están conectados en serie, como se ilustra en (B) en la figura 6. La tensión  $V_3$ , lo que representa un valor medio de PWM, es una tensión en el punto h que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 están conectados en serie con el punto e, que es la porción de conexión cuando los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 están conectados en serie, como punto de referencia.

20 En el tercer circuito de corte 7, por lo tanto, en el punto h, que es la porción de conexión, donde los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 están conectados en serie, se detecta la aparición del valor nominal  $V^*$  como el valor objetivo sinusoidal que tiene una fase de acuerdo con la variación de la frecuencia del sistema de alimentación que se muestra en la línea continua delgada en (A) en la figura 6 (la suma de la tensión  $V_1 + V_2$  en los puntos a - e ilustrado en (A) en la figura 6 y la tensión  $V_3$  en los puntos e - h ilustrado en (B) en la figura 6) con el punto de tierra en a en el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 como punto de referencia.

25 En el tercer circuito de corte 7, los armónicos de tercer orden o superior pueden ser controlados porque la frecuencia tres veces más alta que la frecuencia del sistema se utiliza como la frecuencia de conmutación, y no hay diferencia de tensión a la tensión de onda sinusoidal se genera.

30 A continuación se da una descripción más detallada del control de las operaciones de corte en los circuitos de corte 5 - 7 por el circuito de control 9 se ilustra en la figura 1. El circuito de control 9 controla anchuras de impulso de la pluralidad de tensiones de onda cuadrada que se elevan hacia el lado positivo se ilustra en (B) en la figura 3 usando las señales de puerta de los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 del primer circuito de corte 5. Más específicamente, el circuito de control 9 controla los tensiones de onda cuadrada de manera que un componente fundamental de la tensión de salida del primer circuito de corte 5 es igual a un componente fundamental de la fuente de energía del sistema, más específicamente, de modo que una  $\delta$  anchura de impulso de la onda de tensión cuadrada resulta en un valor calculado por la siguiente expresión.

$$\delta = \sin^{-1}\{(\sqrt{2}\pi V)/(2Vd_1)\}$$

40 V en la expresión denota un valor efectivo de la tensión  $V_s$  de la fuente de energía del sistema.

45 Cuando la anchura de impulso  $\delta$  es ajustada por  $\Delta\delta_1$ , la tensión fundamental puede ser aumentada o disminuida. El  $\Delta\delta_1$  se calcula multiplicando un error entre la tensión medida  $V_{d3}$  y su valor objetivo  $V_{d3}^*$  por un coeficiente.

50 El circuito de control 9 controla la tensión  $V_{d2}$  que se ilustra en (C) en la figura 4 que se reduce a 1/2 de la tensión  $V_{d1}$  del primer circuito de corte 5 utilizando las señales de puerta de los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 del segundo circuito de corte 6. Cuando los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 del segundo circuito de corte 6 se conectan y desconectan por las señales de puerta, la tensión se suministra a y descarga del segundo condensador 18 repetidamente como se ha descrito anteriormente, y se genera una pluralidad de secuencias de tensiones de onda cuadradas que caen al lado negativo se ilustra en (C) en la figura 4. La anchura de impulso de la onda cuadrada para ser cargado en períodos de carga  $T_1$  es igual a la anchura de impulso de la onda cuadrada emitida desde el primer circuito de corte 5 en el período de carga  $T_1$ . La anchura de impulso de la onda cuadrada para ser descargada en los períodos de descarga  $T_2$  se obtiene cuando la anchura de impulso de la onda cuadrada para ser cargada se ajusta por  $\Delta\delta_2$ .

60  $\Delta\delta_2$  se calcula multiplicando un error entre la tensión medida y su tensión de objetivo  $V_{d2}^*$  por un coeficiente. La tensión de objetivo  $V_{d2}^*$  es 1/2 de la tensión medida  $V_{d1}$ . El circuito de control 9 controla así la anchura de impulso de la tensión de onda cuadrada en respuesta a la variación de la energía de salida del panel solar fotovoltaico 1.

Las figuras 7 y 8 ilustran formas de onda simuladas de las tensiones de onda cuadrada  $V_1$  y  $V_2$  de los aspectos positivos y negativos cuando la tensión de entrada  $V_{d1}$  desde el panel de energía solar fotovoltaico 1 cambia. La tensión de entrada  $V_{d1}$  es 800 V en la figura 7, y la tensión de entrada es  $V_{d1}$  520 V en la figura 8.

65 (A) en las figuras 7 y (A) en la figura 8 ilustran el valor nominal  $V^*$  como la tensión objetivo sinusoidal. (B) en la figura

7 y (B) en la figura 8 ilustran la tensión positiva  $V_1$  por el primer circuito de corte 5. (C) en la figura 7 y (C) en la figura 8 ilustran la tensión negativa  $V_2$  por el segundo circuito de corte 6.

5 Se sabe por los dibujos que las anchuras de impulso de las ondas cuadradas positivas ilustradas en (B) en la figura 8 y las ondas cuadradas negativas que se ilustran en (C) en la figura 8 se amplían ambas cuando la tensión de entrada  $V_{d1}$  es menor en comparación con las ilustraciones de la figura 7.

10 El circuito de control 9 enciende y apaga los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 del tercer circuito de corte 7 por la temporización que depende de la diferencia de tensión entre la tensión  $V_1 + V_2$  que tiene la forma de onda escalonada ilustra en (A) en la figura 6 y el valor nominal  $V^*$  cuando resulta en tensión sinusoidal de destino en un valor positivo o un valor negativo. El circuito de control 9 además controla por PWM los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 a una frecuencia alta sobre la base de tal coeficiente que corrige la diferencia de tensión se corrige de manera que la tensión de onda sinusoidal de acuerdo con el valor comando  $V^*$  cuando se genera el valor objetivo.

15 La figura 9 ilustra formas de onda simulada de los respectivos elementos estructurales de la figura 1, en el que la tierra se utiliza como punto de referencia. (A) en la figura 9 ilustra la tensión del sistema  $V_s$ , (B) en la figura 9 ilustra la tensión de salida  $V$  del tercer circuito de corte 7, (C) en la figura 9 ilustra el actual sistema  $I_s$ , (D) en la figura 9 ilustra las tensiones  $V_1$  y  $V_2$  (línea discontinua), (E) en la figura 9 ilustra la tensión  $V_3$ , y (F) en la figura 9 ilustra las tensiones  $V_{d2}$  y  $V_{d3}$  (línea discontinua).

20 En la presente realización preferida, el segundo circuito de corte 6 genera la tensión negativa con el potencial en el electrodo del lado negativo del panel solar fotovoltaico 1 como el potencial de referencia. El mismo potencial de referencia se utiliza así para la corriente continua desde el panel solar fotovoltaico 1 y la corriente convertida alterna, y el potencial en el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 puede por lo tanto establece en el potencial de tierra. Por lo tanto, el potencial en el lado del electrodo negativo de la célula solar de película delgada puede ser igual al potencial de tierra de acuerdo con el acondicionador de tipo no aislado excelente en la conversión de poder de rendimiento, lo que impide la posible degradación de la célula solar de película delgada hecha de silicio amorfo.

30 Otra característica técnica de la presente realización preferida es que los elementos de conmutación primero y segundo 10 y 11 del primer circuito de corte 5 de encendido y apagado, por ejemplo, la tensión de 800 V, en la primera frecuencia  $f_1$ , 50 Hz, los elementos de conmutación tercero y cuarto 12 y 13 del segundo circuito de corte 6 de encendido y apagado, por ejemplo, la tensión de 400 V, en la segunda frecuencia  $f_2$ , 100 Hz, y los elementos de conmutación quinto y sexto 14 y 15 del tercer circuito de corte 7 de encendido y apagado, por ejemplo, la tensión de 260 V, en la tercera frecuencia  $f_3$ , 150 Hz. Por lo tanto, estos elementos de conmutación se conectan y desconectan a las frecuencias muy por debajo de la frecuencia PWM del inversor de control PWM en el acondicionador de energía convencional.

35 Los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 del tercer circuito de corte 3 PWM controla la tensión de aproximadamente 260 V, que es la diferencia de tensión entre la tensión  $V_1 + V_2$  que tiene la forma de onda escalonada y el valor nominal  $V^*$  como la tensión sinusoidal objetivo, a una frecuencia tan alta como 18 kHz. Los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 por lo tanto se encienden y apagan cuando una tensión baja que en el inversor de control PWM del acondicionador de energía convencional.

40 Como se ha descrito hasta ahora, los elementos de conmutación primero - sexto 10 a 15 de los circuitos de corte primero - tercero 5-7 se enciende y apaga a las frecuencias muy bajas en comparación con el convencional de control PWM. En consecuencia, la pérdida de conmutación se puede reducir, y los elementos con menos pérdida de la conducción o elementos de más bajo coste pueden ser seleccionados como los elementos de conmutación. Otra ventaja técnica es que la tensión mucho menor que en el control PWM convencional se enciende y apaga mediante los elementos de conmutación séptimo y octavo 16 y 17 en el tercer circuito de corte 3, que también reduce la pérdida de conmutación. Como resultado, la eficiencia de conversión de energía del acondicionador de energía 3 puede ser mejorada en comparación con el acondicionador de energía de tipo sin aislamiento convencional.

45 La presente realización preferida se ha descrito en referencia al sistema de tres hilos de fase única. Como en las diferentes realizaciones de la presente invención, cualquier sistema de tres hilos de fase única que se ilustra en la figura 10, un sistema de tres fases de conexión Y ilustrado en la figura 11, y un sistema de tres fases de conexión delta ilustrado en la figura 12 pueden ser empleados. En la figuras 12, se proporcionan los circuitos de corte primero - tercero 5-7 y el filtro de ruido 8 entre el panel solar fotovoltaico 1 y las fases de la fuente de energía comercial de tres fases de conexión en Y 2 donde un punto neutro 2a está conectado a tierra.

50 La figura 13 ilustra la comparación de las características del sistema de tres fases y cuatro hilos ilustrado en la figura 5 de acuerdo con la presente realización preferida y las características del sistema convencional. Un eje horizontal representa la tensión de salida (W), y un eje vertical representa la eficiencia (%). En el dibujo, las líneas sólidas indican las características de la presente realización preferida, en la que la línea continua en negrita indica las características cuando se utiliza SJ (super unión) MOSFET como elemento de conmutación, la línea continua

delgada denota las características cuando se utiliza IGBT como el elemento de conmutación. Una línea discontinua indica las características del sistema convencional.

5 En el ejemplo ilustrado en la figura 13, una tensión de línea a línea del sistema es 400 V, y la tensión de entrada es 570 V. El aparato convencional es un acondicionador de energía de tipo no aislado, que comprende un reactor de 28, un diodo 29, un circuito de refuerzo 32, un condensador filtrador 41, y un inversor 42 para el control PWM, como se ilustra en la figura 14. El circuito de refuerzo 32 incluye un IGBT 30 y un conmutador 31. A partir de la ilustración de la figura 13 se sabe que la eficiencia se mejora en comparación con el sistema convencional.

10 En la realización preferida descrita hasta ahora, en el que el punto a, que es el lado del electrodo negativo de la energía solar fotovoltaica 1 como el lado de corriente continua, está conectado a tierra. Por lo tanto, cuando un operador 50, por ejemplo, contacta en el punto a como el lado del electrodo positivo de la corriente continua, es por lo tanto golpeado eléctricamente.

15 El acondicionador de energía de tipo no aislado está provisto de una característica de fallo de tierra de detección para detectar un fallo de tierra y protectoramente circuitos eléctricos de cierre. En el caso en que el lado del electrodo negativo a del panel fotovoltaico 1 como el lado de corriente continua y el punto neutro 2a de la fuente de energía trifásica comercial 2 como el lado de corriente alterna están ambos a tierra, la corriente de fallo de tierra fluye a través de un cableado como se ilustra con una flecha de línea sólida A, mientras que la corriente de fallo de tierra también fluye a través de tierra como se ilustra en una flecha de línea quebrada B. Por lo tanto, la característica de detección de fallo de tierra, que se supone para detectar la corriente de fallo de tierra corriendo a través de la instalación eléctrica, no puede funcionar bien, lo que no protege al operador de la descarga eléctrica.

20 Para proteger al operador de la descarga eléctrica, por lo tanto, es necesario proporcionar un fusible en el área de terreno en el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 o protectoramente cubrir el lado del electrodo positivo con un elemento de aislamiento para impedir que accidentalmente en contacto con el lado del electrodo positivo.

25 La figura 17 ilustra otra realización preferida de la presente invención, en donde las partes correspondientes a las ilustradas en la figura 12 tienen los mismos símbolos de referencia. En la otra realización preferida, el lado del electrodo negativo a del panel solar fotovoltaico 1 como el lado de corriente continua no están directamente conectados a tierra, pero están conectados al punto neutro 2a de la fuente de energía comercial de tres fases de conexión en Y 2 como el lado de corriente alterna que, en consecuencia está indirectamente a tierra.

30 Según la realización preferida otro, en el que el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 no está directamente conectado a tierra, el operador 50, si entrase en contacto con el lado del electrodo positivo b en el lado de corriente continua, pueden ser protegido por la función de detección de fallas de tierra. Más específicamente, cuando el operador 50 entrase en contacto con el lado del electrodo positivo b en el lado de corriente continua, la corriente de fallo de tierra se ilustra con una flecha de línea quebrada C es detectada por un transformador de corriente de fase cero ZCT51 proporcionado como un circuito detector de fuga eléctrica. El circuito de control 9 cierra los circuitos eléctricos mediante la apertura de un relé 52 como un circuito de cierre sobre la base de una salida de detección de ZCT51 y, además, detiene la conversión de energía. Otra ventaja es evitar el deterioro de la célula solar de película delgada por la puesta a tierra del lado del electrodo negativo al panel solar fotovoltaico 1 a través del punto neutro 2a de la fuente de energía trifásica comercial 2 en el lado de corriente alterna.

35 La figura 18 ilustra todavía otra realización preferida de la presente invención, en donde las partes correspondientes a las ilustradas en la figura 12 tienen los mismos símbolos de referencia. En el caso en que el lado del electrodo negativo a del panel fotovoltaico 1 como el lado de corriente continua y el punto neutro 2a de la fuente de energía trifásica comercial 2 como el lado de corriente alterna son ambos a tierra como se ilustra en la figura 16, los armónicos altos, si se generan en el punto neutro 2a, debido a cualquier distorsión de la tensión en el lado del sistema, fluyen a través de la tierra como se ilustra con una flecha de línea quebrada B y también fluyen en el interior del acondicionador de energía como se ilustra con una flecha sólida línea A, que puede resultar en la rotura de los circuitos internos.

40 Para resolver el problema, la presente realización preferida se caracteriza en que el lado del electrodo negativo a del panel solar fotovoltaico 1 como el lado de corriente continua y el punto neutro 2a de la fuente de energía trifásica comercial 2 como la corriente alterna lado están conectados a tierra, mientras que no están conectados entre sí como se ilustra en la figura 18. En consecuencia, los armónicos altos fluyen a través de tierra como se ilustra con una flecha de línea discontinua D, evitando así posibles roturas de los circuitos internos del acondicionador de energía.

45 La figura 19 ilustra todavía otra realización preferida de la presente invención, en donde las partes correspondientes a las ilustradas en la figura 12 tienen los mismos símbolos de referencia. En todavía otra realización preferida, el lado del electrodo negativo a del panel solar fotovoltaico 1 como el lado de corriente continua no están conectados a tierra. Aunque no conectado a tierra, la tensión en el lado del electrodo negativo de un panel solar fotovoltaico 1 como el lado de corriente es sustancialmente igual a la tensión en el punto neutro 2a donde las tres fases de la

fuentes de energía comercial 2 están bien equilibradas. Como resultado, el potencial en el lado del electrodo negativo una es sustancialmente igual al potencial de tierra.

5 De acuerdo con todavía otra forma de realización preferida, en la que el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 no está conectado a tierra, el operador 50, si accidentalmente entrase en contacto con el lado del electrodo positivo b en el lado de corriente continua, la corriente de fallo de tierra es detectada por la fase cero de la corriente del transformador ZCT51, y el circuito de control 9 cierra los circuitos eléctricos mediante la apertura del relé 52 basado en la salida de detección de ZCT51 y, además, se detiene la conversión de energía. El operador puede ser por tanto protegido por la función de detección de fallo de tierra. El potencial en el lado del electrodo negativo del panel solar fotovoltaico 1 es sustancialmente igual al potencial de tierra que es el potencial en el punto neutro 2a donde las tres fases de la fuente de energía comercial 2 están bien equilibradas. Como resultado, el posible deterioro de la célula solar de película delgada de silicio amorfo que constituye el panel solar fotovoltaico 1 puede evitarse. Además, el lado del electrodo negativo 1 del panel solar fotovoltaico 1 como el lado de corriente continua no está conectado al punto neutro 2a de la fuente de energía trifásica comercial 2, que evita que los armónicos altos fluyan en los circuitos internos del acondicionador de energía. Como resultado, puede ser evitada la posible rotura de los circuitos internos del acondicionador de energía.

15 En la descripción de las realizaciones preferidas propuestas hasta ahora, la célula solar se utiliza como fuente de energía de corriente continua. La presente invención no se limita necesariamente a la célula solar, pero es aplicable a otras fuentes de corriente continua como una célula de combustible.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Acondicionador de energía de tipo sin aislamiento proporcionado entre una fuente de energía de corriente continua y una fuente de energía comercial para convertir una entrada de corriente continua de la fuente de energía de corriente continua en una salida de corriente alterna para la interconexión de utilidad con la fuente de energía comercial y la salida de la corriente alterna convertida de salida, que comprende un circuito para retener un potencial sobre un lado del electrodo negativo de la corriente de salida directa a un nivel de potencial equivalente o superior a un potencial de tierra de la salida de corriente alterna, en el que el circuito comprende:
- 5 un primer circuito para cortar una tensión de corriente continua de la fuente de energía de corriente continua a una primera frecuencia como una frecuencia del sistema para generar una primera secuencia de tensiones de onda cuadrada que incluye una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que tiene un nivel de tensión que los cambios en una relación lado positivo a un primer potencial de referencia, como un potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua;
- 10 un segundo circuito para, utilizando un potencial de la primera secuencia de onda cuadrada tensiones como un segundo potencial de referencia, cortar una salida del primer circuito a una segunda frecuencia de un número predeterminado de veces más alta que la primera frecuencia para generar una segunda secuencia tensiones de onda cuadrada, incluyendo una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que tiene un nivel de tensión que es menor que el nivel de tensión de la primera secuencia de tensiones de onda cuadrada en el lado positivo y los cambios en un lado negativo en relación con el segundo potencial de referencia, estando el segundo circuito configurado para sumar las primera y segunda secuencias de tensiones de onda cuadrada para generar una tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada que incluye una pluralidad de tensiones de onda cuadrada que tiene un nivel de tensión que cambia los lados positivo y negativo por turnos en la forma de onda sinusoidal relativa al primer potencial de referencia; y
- 15 un tercer circuito para cortar la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada a una frecuencia determinada por una tercera temporización que depende de si una diferencia de tensión del mismo a una tensión sinusoidal de onda resulta en un valor positivo o un valor negativo, y la salida de la tercera secuencia de corte de tensiones de onda cuadrada como una salida de carga/descarga, estando el tercer circuito configurado para modular el ancho de pulso carga/descarga en una salida de ancho de pulso (PWM) de frecuencia superior a la tercera frecuencia de modo que la diferencia de tensión entre la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada y la tensión de onda sinusoidal está corregida para generar, a partir de la tercera secuencia de tensiones de onda cuadrada y la salida de ancho de pulso modulado, una tensión de onda sinusoidal que cambia continuamente a los lados positivo y negativo en relación con el primer potencial de referencia, para dar salida a la tensión generada por la onda sinusoidal a una carga,
- 20 en el que:
- 30 el primer circuito incluye un primer circuito de conmutación que tiene un primer y un segundo elemento de conmutación conectados en serie entre sí, el circuito de conmutación primero está conectado en paralelo a un primer condensador conectado a entre los electrodos positivo y negativo de la fuente de energía de corriente continua, los elementos de conmutación primera y segunda se configuran para ser encendidos y apagados por turnos a la primera frecuencia;
- 35 el segundo circuito incluye un circuito de conexión en paralelo con un segundo condensador y un segundo circuito de conmutación, un lado de la conexión en paralelo del circuito de conexión en paralelo están conectados a una porción de conexión, donde los elementos de conmutación primero y segundo están conectados en serie entre sí, teniendo el segundo circuito de conmutación un tercero y un cuarto elemento de conmutación conectados en serie entre sí, los elementos de conmutación tercero y cuarto están configurados para ser encendidos y apagados por turnos a la segunda frecuencia;
- 40 el tercer circuito incluye un circuito de conexión en paralelo con un tercer condensador y un tercer circuito de conmutación y un cuarto circuito de conmutación conectado en paralelo con el circuito de conexión en paralelo, teniendo el tercer circuito de conmutación un quinto y un sexto elemento de conmutación conectados en serie entre sí, una porción de conexión, donde los elementos de conmutación quinto y sexto están conectados en serie entre sí estando conectados a una porción de conexión, donde los elementos de conmutación tercero y cuarto están conectados en serie entre sí, los elementos de conmutación quinto y sexto están configurados para ser encendidos y apagados por turnos a la tercera frecuencia, y
- 45 el cuarto circuito de conmutación que tiene un séptimo y un octavo elemento de conmutación conectado en serie entre sí, los elementos de conmutación séptimo y octavo están configurados para ser controlados en el ancho de pulso (PWM) en la frecuencia de modulación de ancho de pulso (PWM).
- 50 2. Acondicionador de energía según la reivindicación 1, en el que el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como un lado de corriente continua están conectados a tierra.
- 55
- 60
- 65

3. Acondicionador de energía según la reivindicación 1, en el que: la fuente de energía comercial comprende un cableado a tierra, y el primer circuito, el segundo circuito y el tercer circuito están dispuestos entre la entrada de corriente continua y la fuente de energía comercial.

5  
4. Acondicionador de energía según la reivindicación 3, en el que:  
la fuente de energía comercial es una fuente de energía comercial de tres fases de conexión en Y, donde se conecta a tierra un punto neutro;

10  
el acondicionador de energía está configurado para convertir la entrada de corriente continua de la fuente de energía de corriente continua en una fase de tres alterna de alimentación de corriente para la interconexión de utilidad con fases de la fuente de energía trifásica comercial, y para dar salida a la corriente de alimentación alterna trifásica convertida como la salida de corriente alterna, y

15  
el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como un lado de corriente continua se conecta al punto neutro de la fuente de energía comercial trifásica de conexión Y como un lado de corriente alterna para ser conectado a tierra.

20  
5. Acondicionador de energía según la reivindicación 3, en el que el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como un lado de corriente continua están conectados a tierra.

6. Acondicionador de energía según la reivindicación 1, en el que:

25  
la fuente de energía comercial es una fuente de energía comercial de conexión en Y de tres fases, donde se conecta a tierra un punto neutro;

30  
el acondicionador de energía está configurado para convertir la entrada de corriente continua de la fuente de energía de corriente continua en una fase de tres alterna de alimentación de corriente para la interconexión de utilidad con fases de la fuente de energía trifásica comercial, y para dar salida a la corriente de alimentación alterna trifásica convertida como la salida de corriente alterna;

35  
el primer circuito, el segundo circuito y el tercer circuito se proporcionan entre la entrada de corriente continua y la fuente de energía comercial trifásica conexión en Y; y

el potencial en el lado del electrodo negativo de la fuente de energía de corriente continua como un lado de corriente continua en el funcionamiento es igual a un potencial de tierra.

40  
7. Sistema solar fotovoltaico de generación de energía que comprende una célula solar de película delgada como la fuente de energía de corriente continua y el acondicionador de energía según la reivindicación 2.

FIG. 1

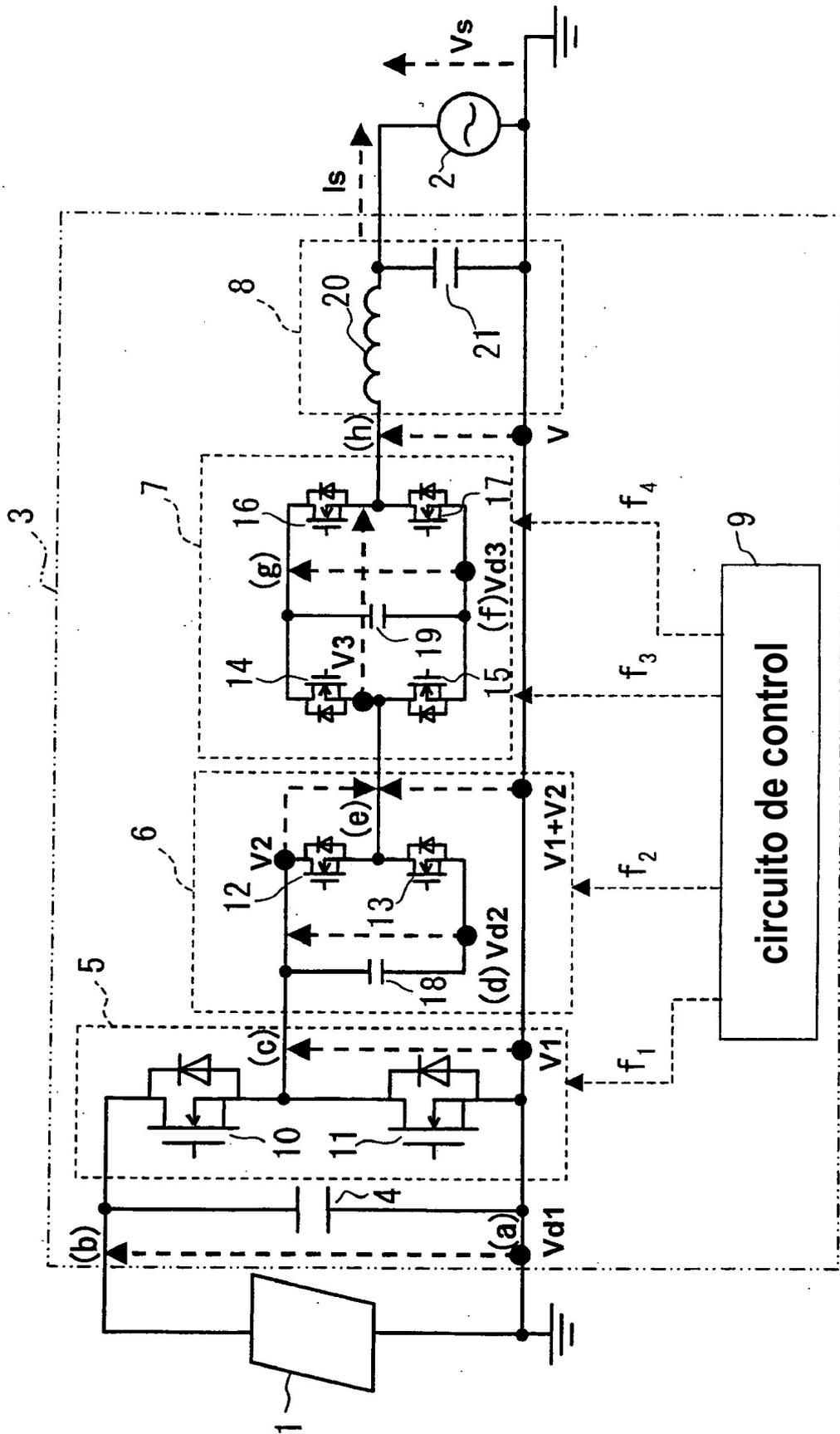
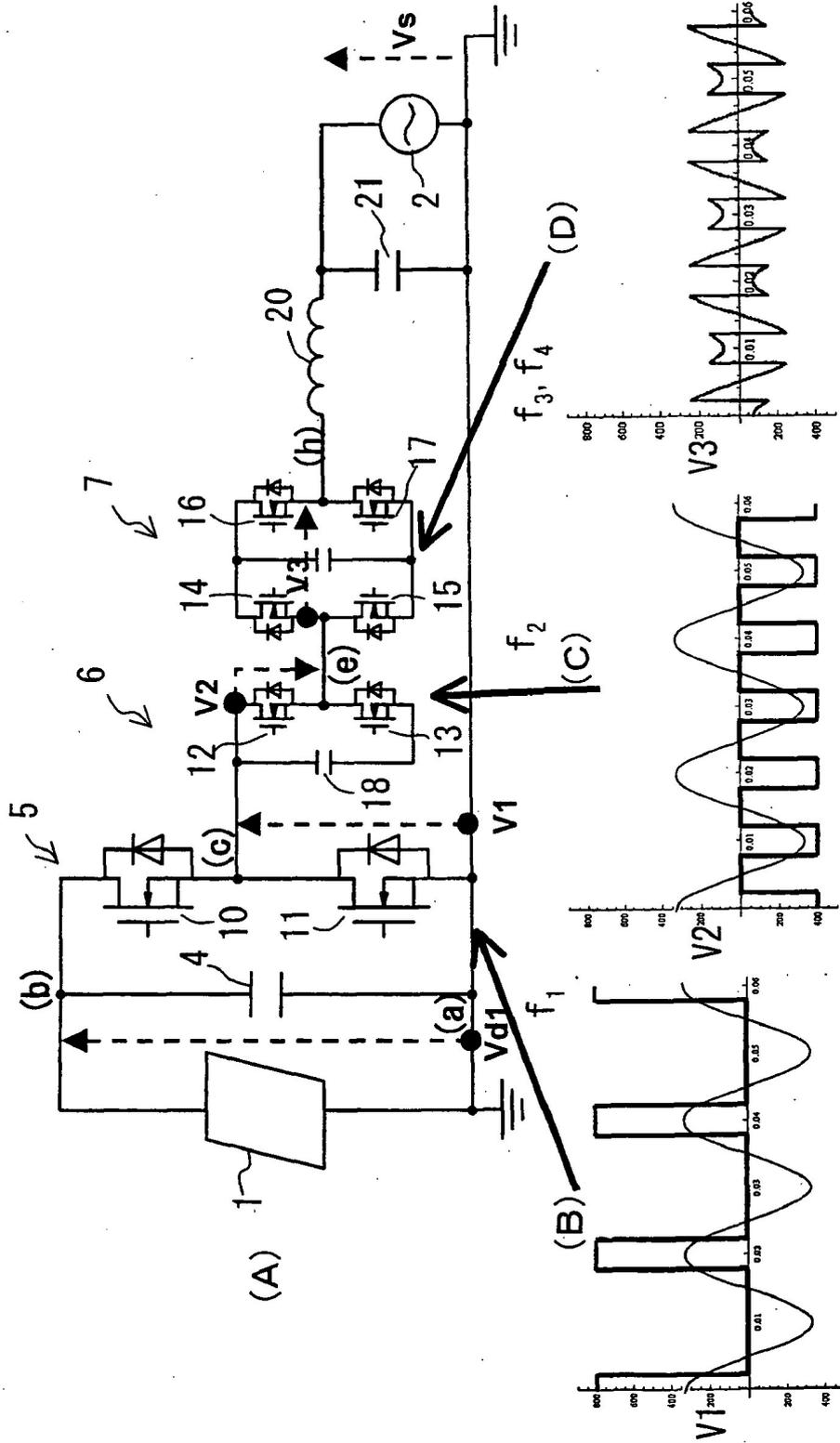


FIG. 2



primer circuito de corte      segundo circuito de corte      tercer circuito de corte

$f_1 = 50\text{Hz}$

$f_2 = 100\text{Hz}$

$f_3 = 150\text{Hz},$

$f_4 = 18\text{kHz}$

FIG. 3

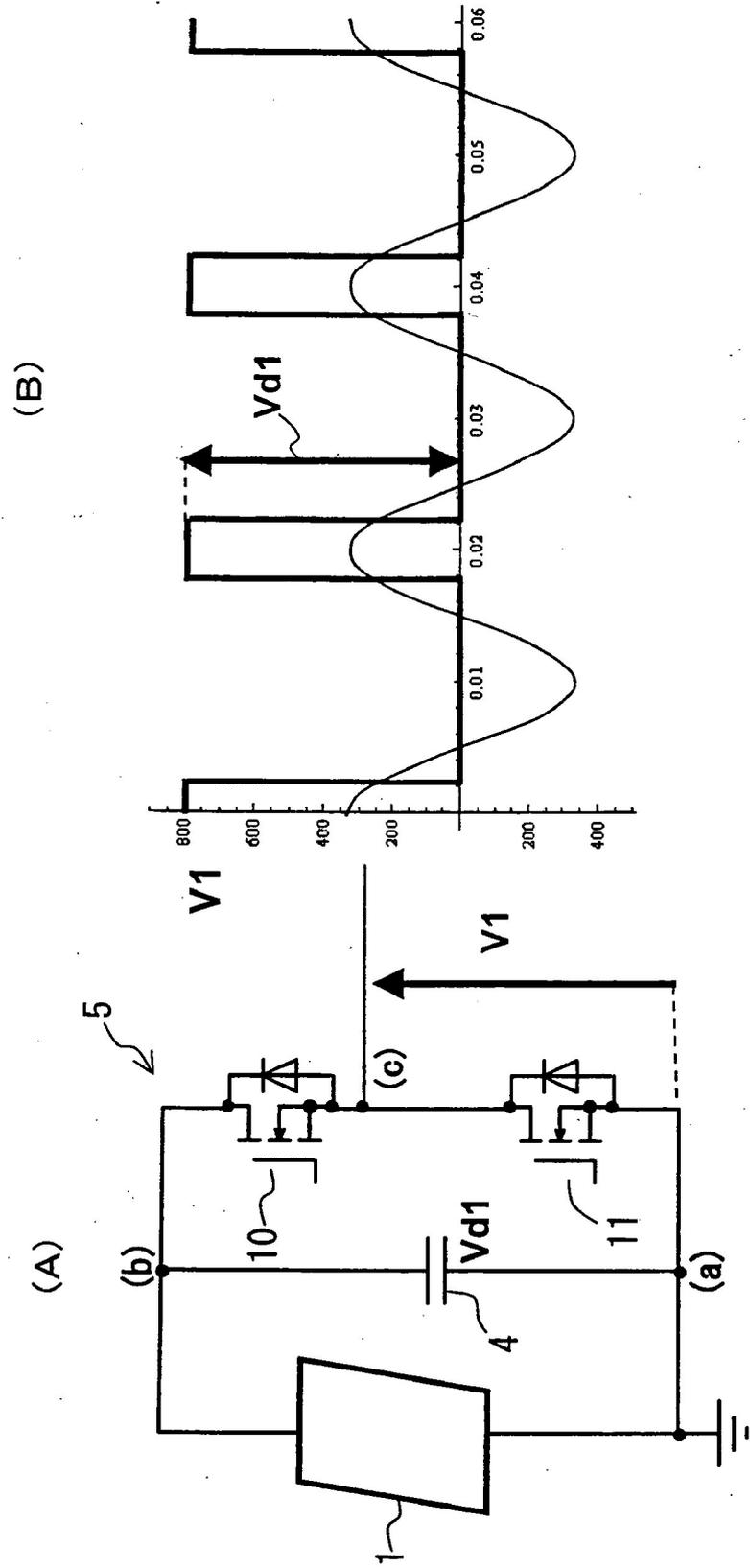


FIG. 4

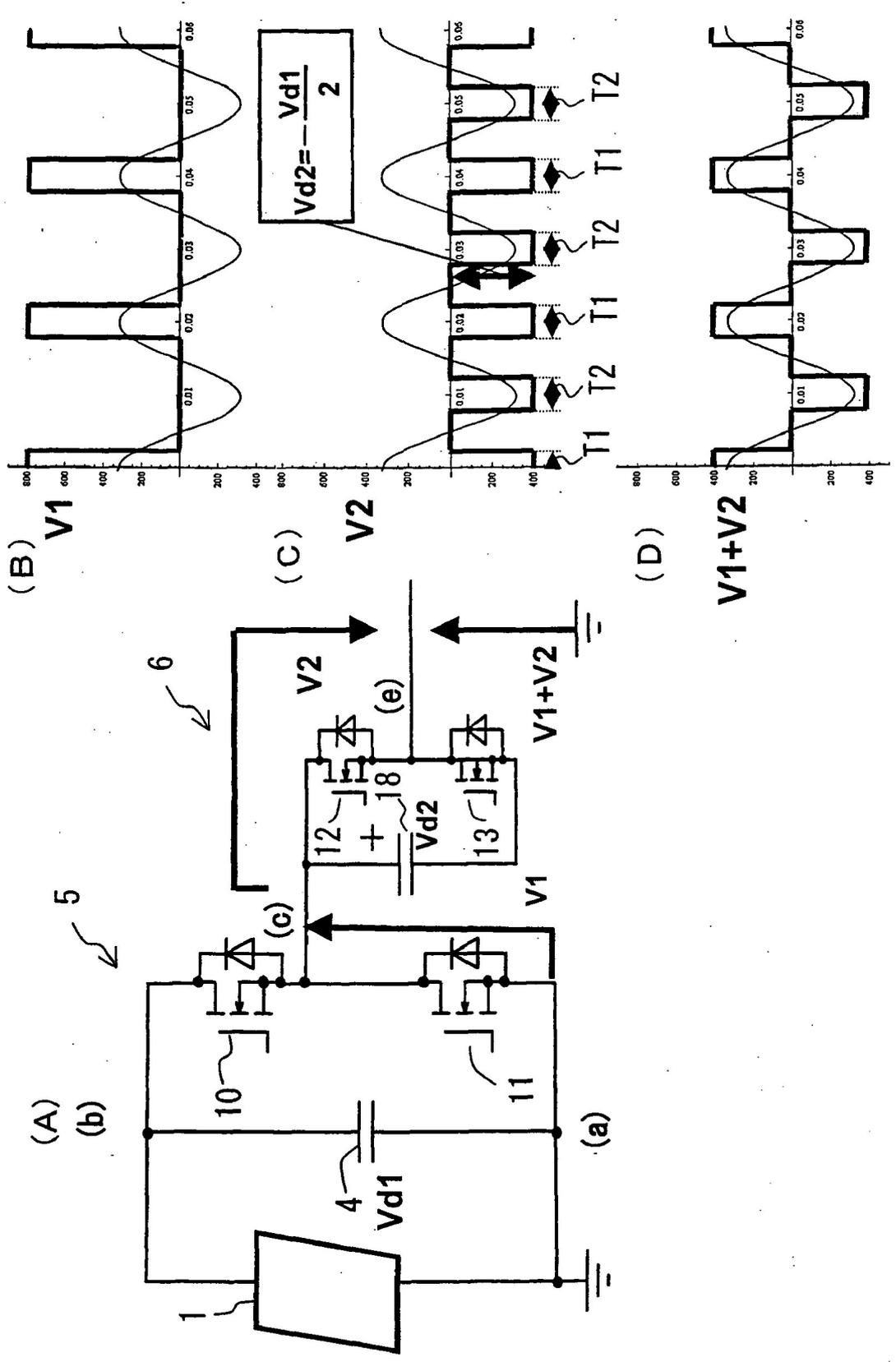


FIG. 5

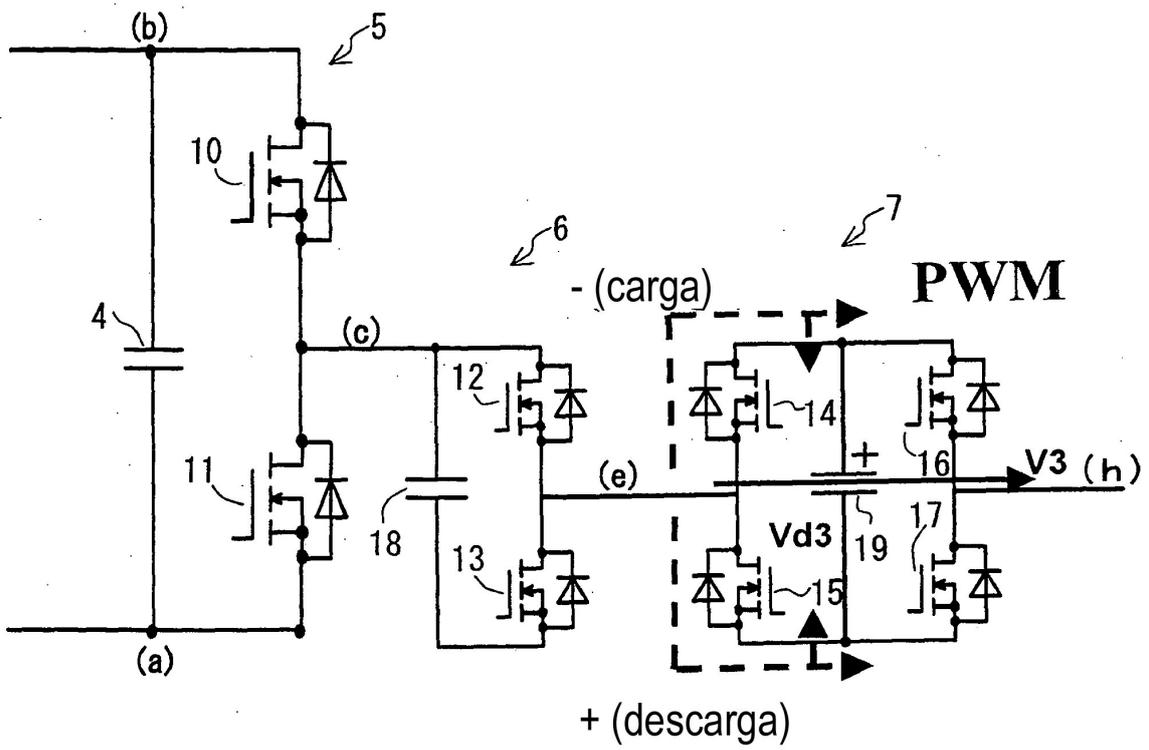


FIG. 6

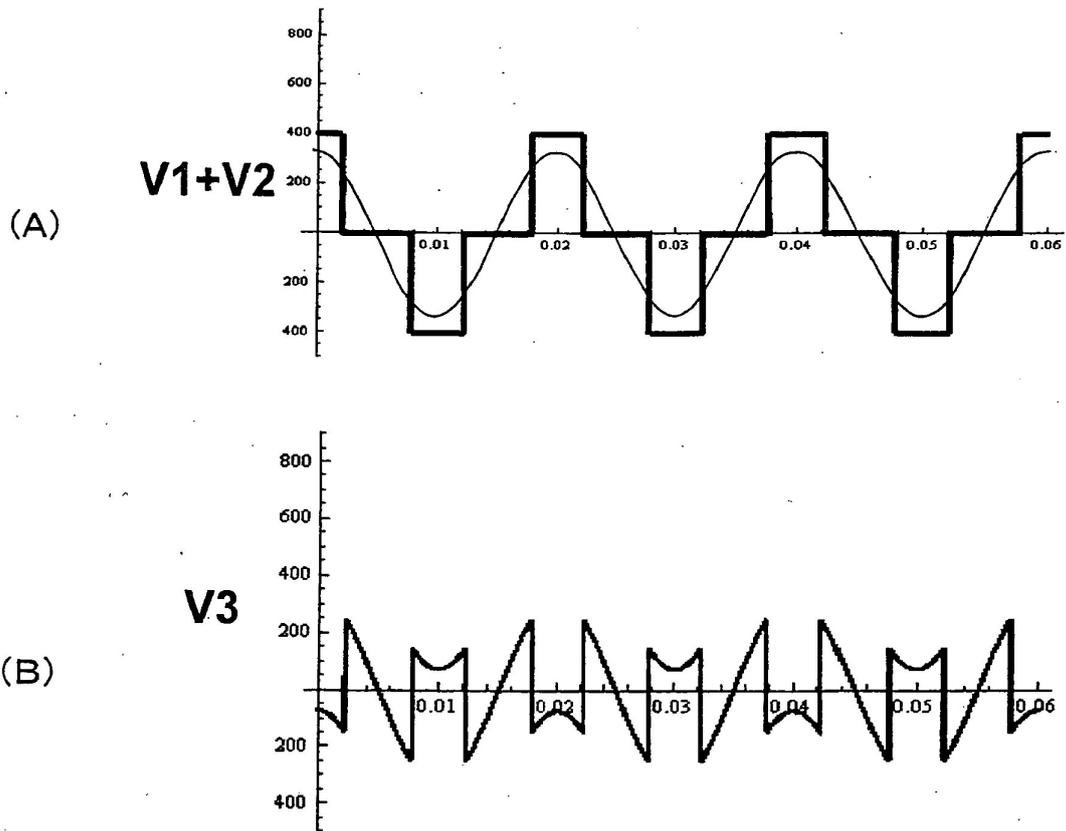


FIG. 7

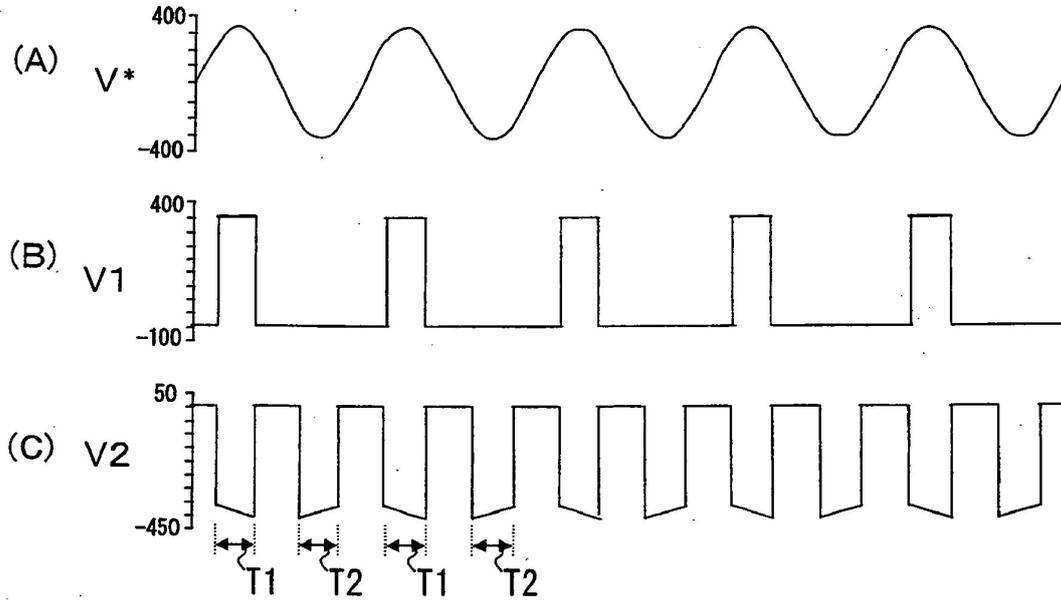


FIG. 8

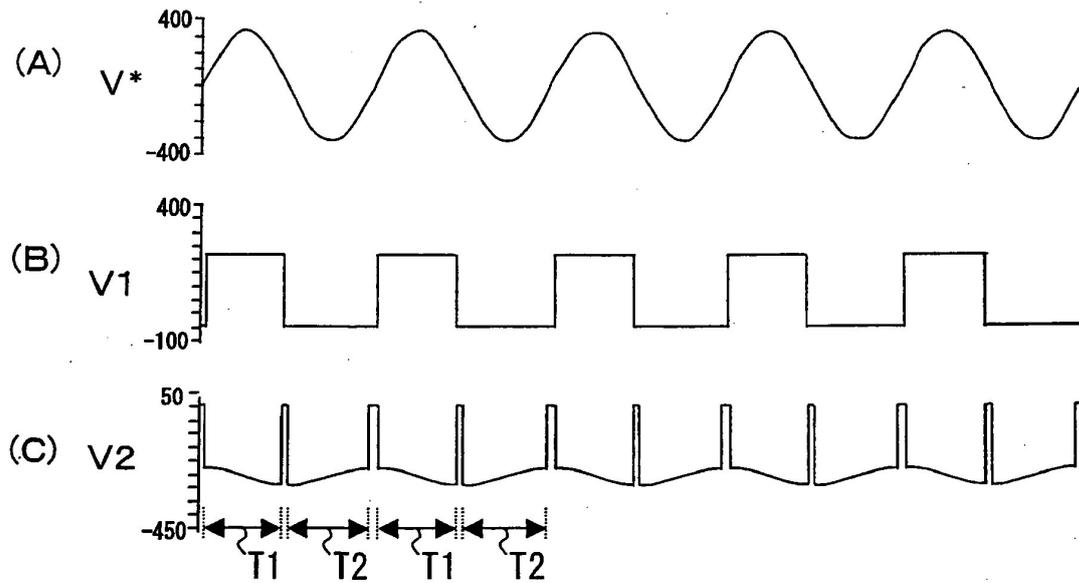


FIG. 9

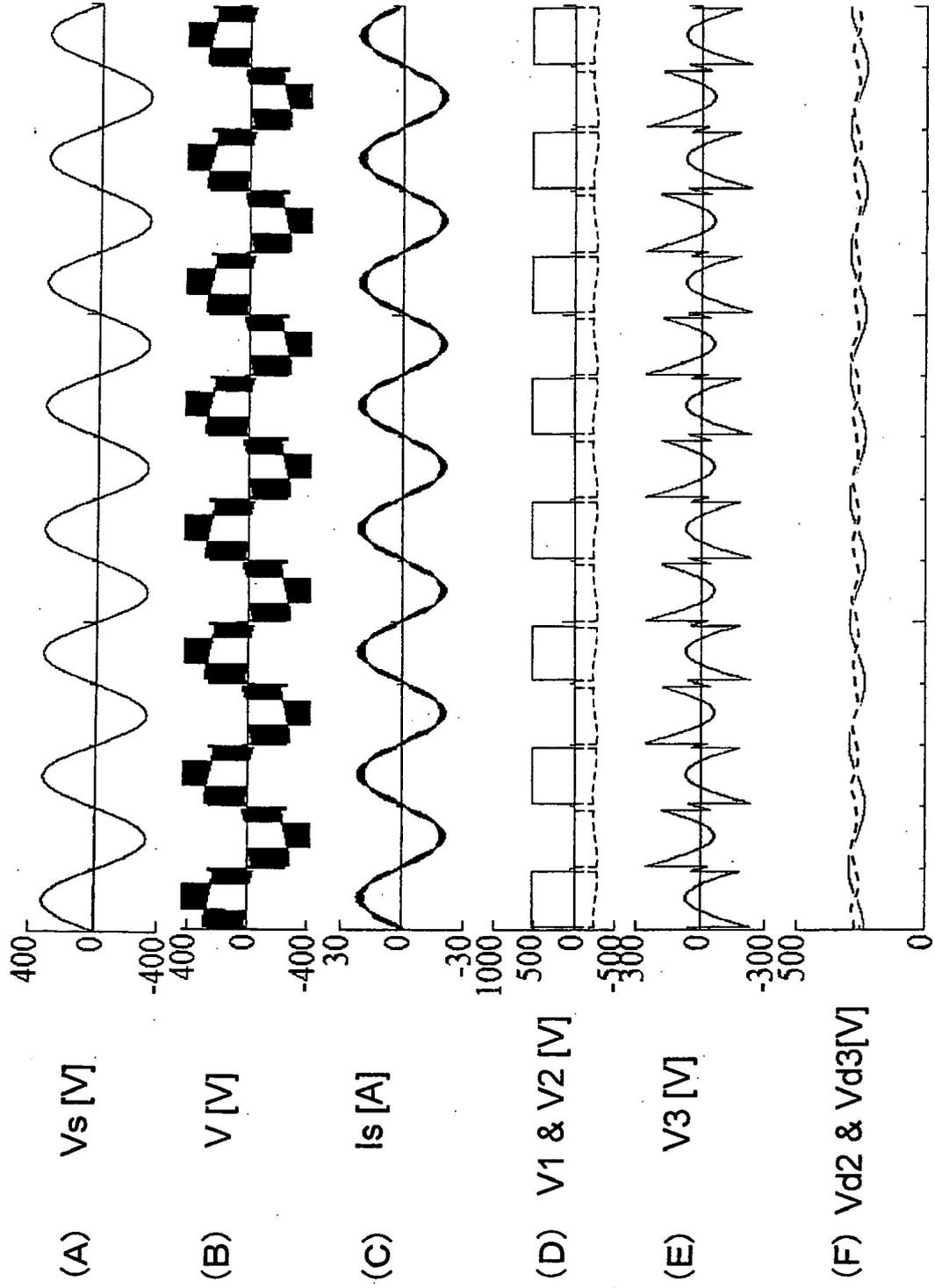


FIG. 10

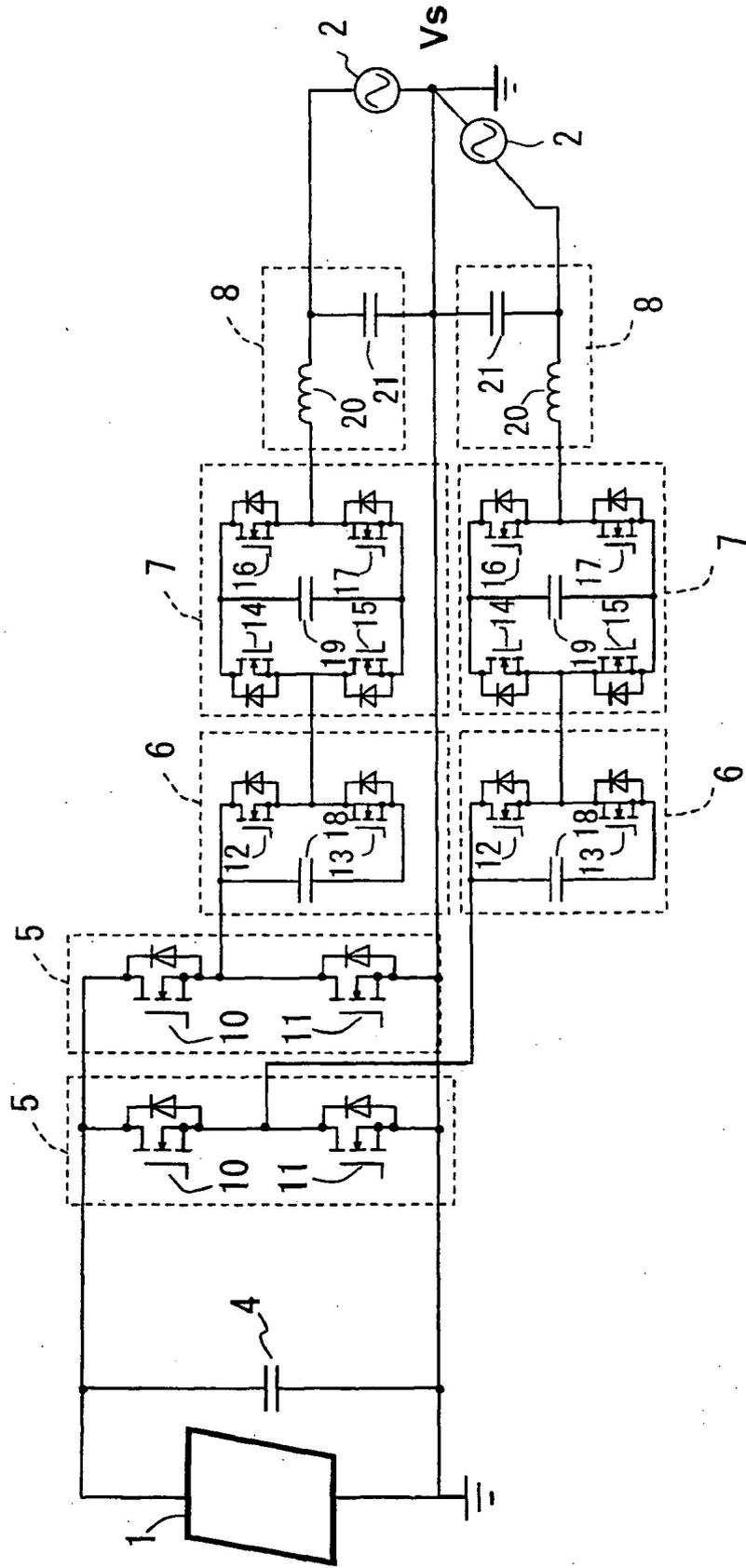


FIG. 11

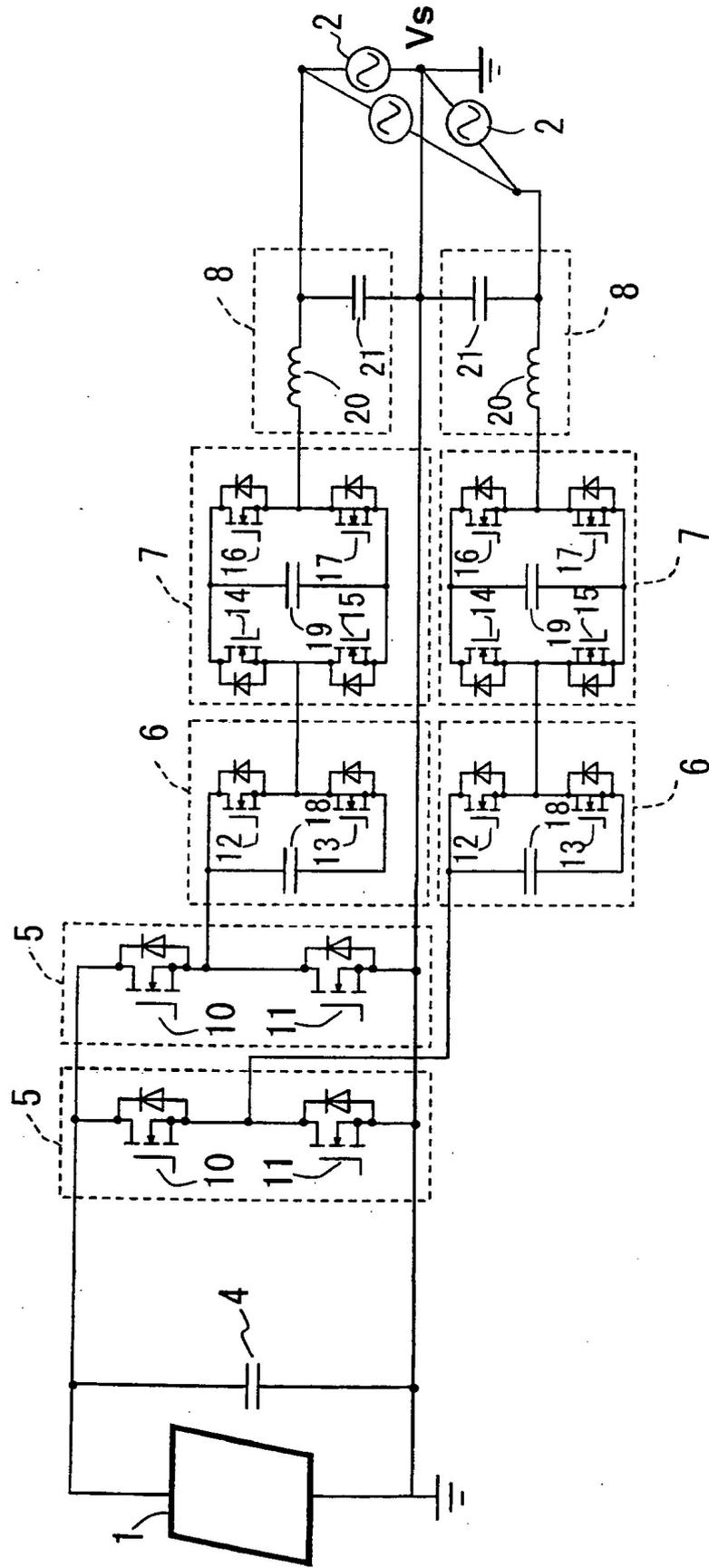


FIG. 12

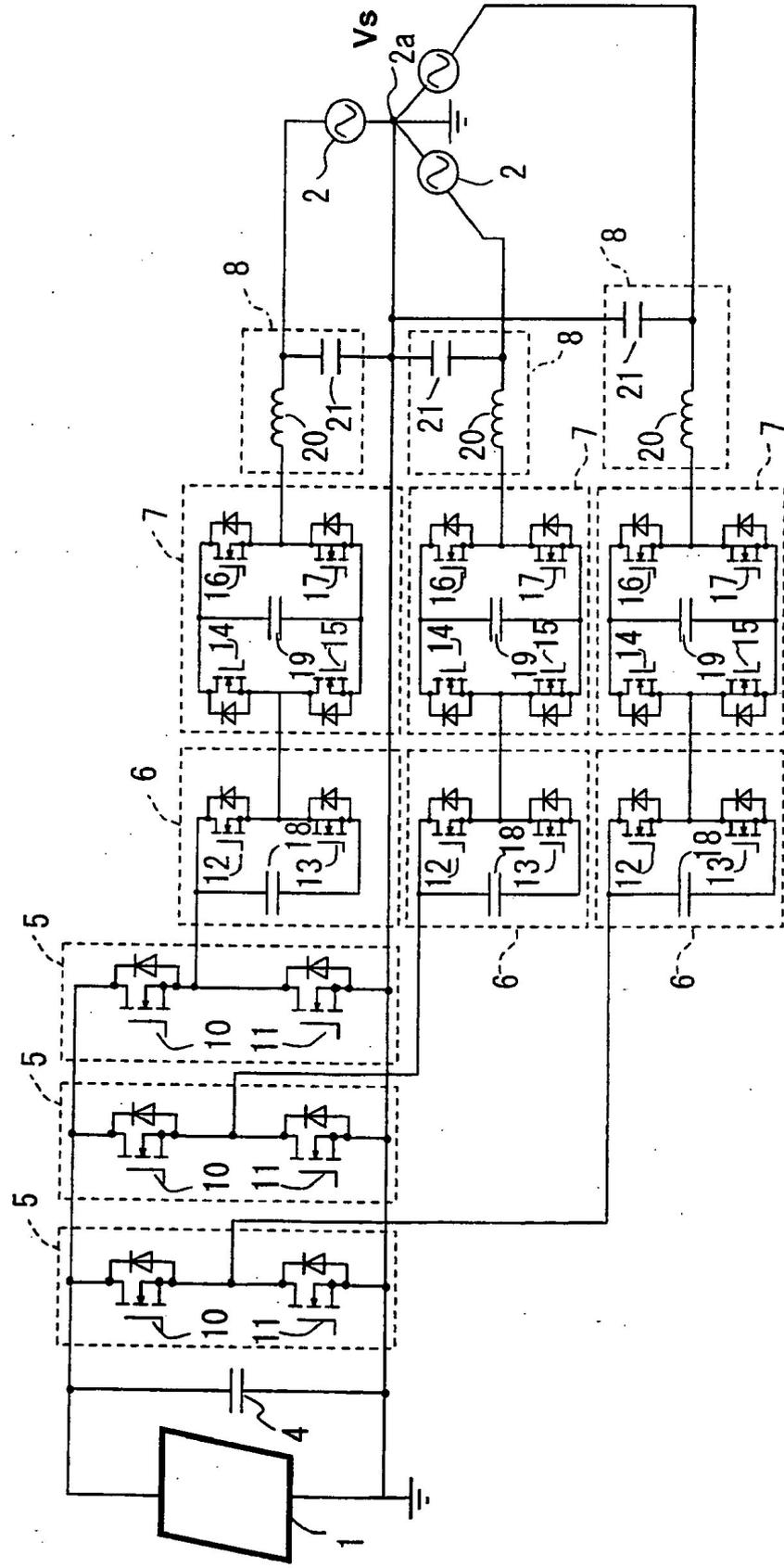


FIG. 13

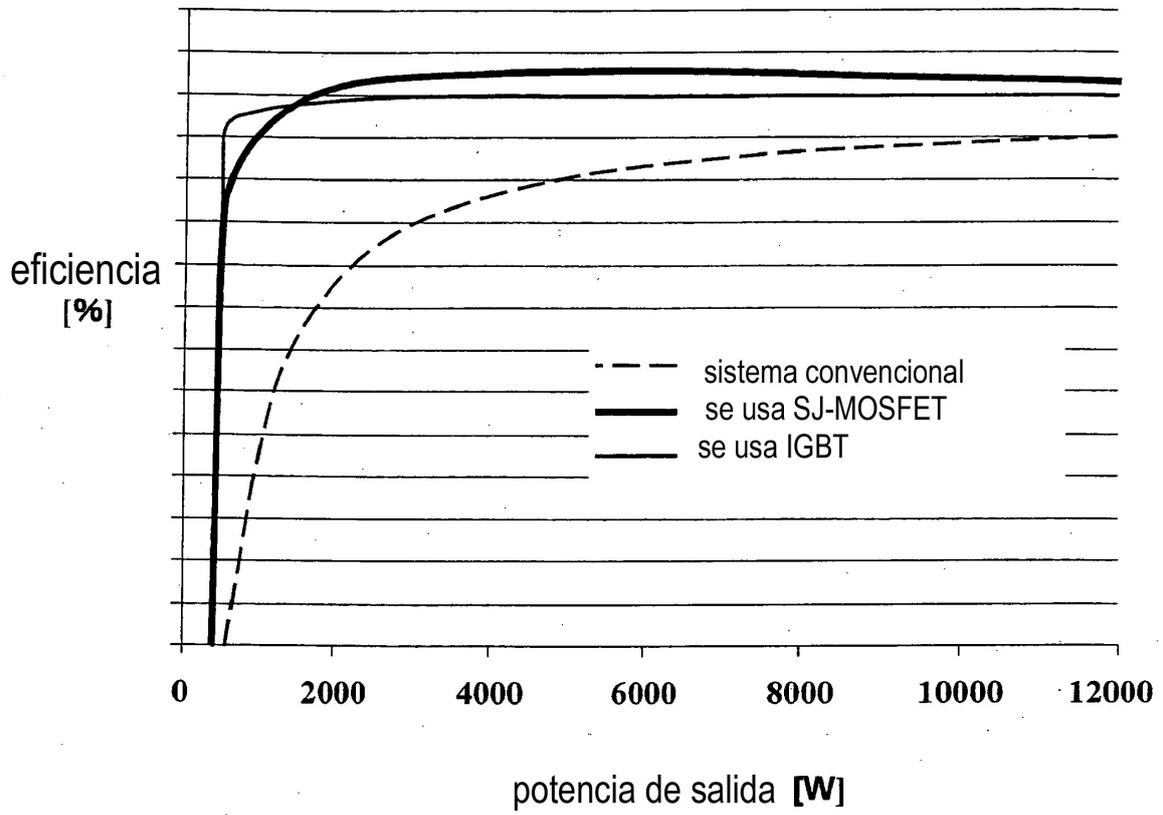


FIG. 14

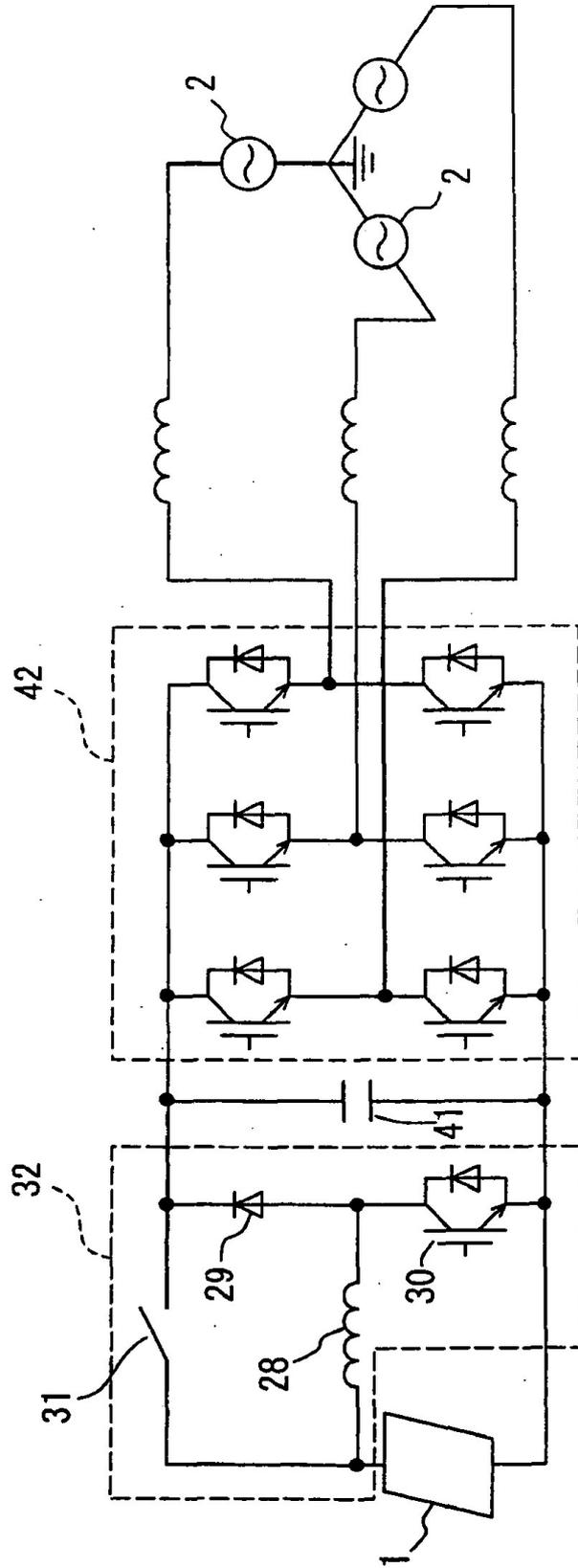


FIG. 15

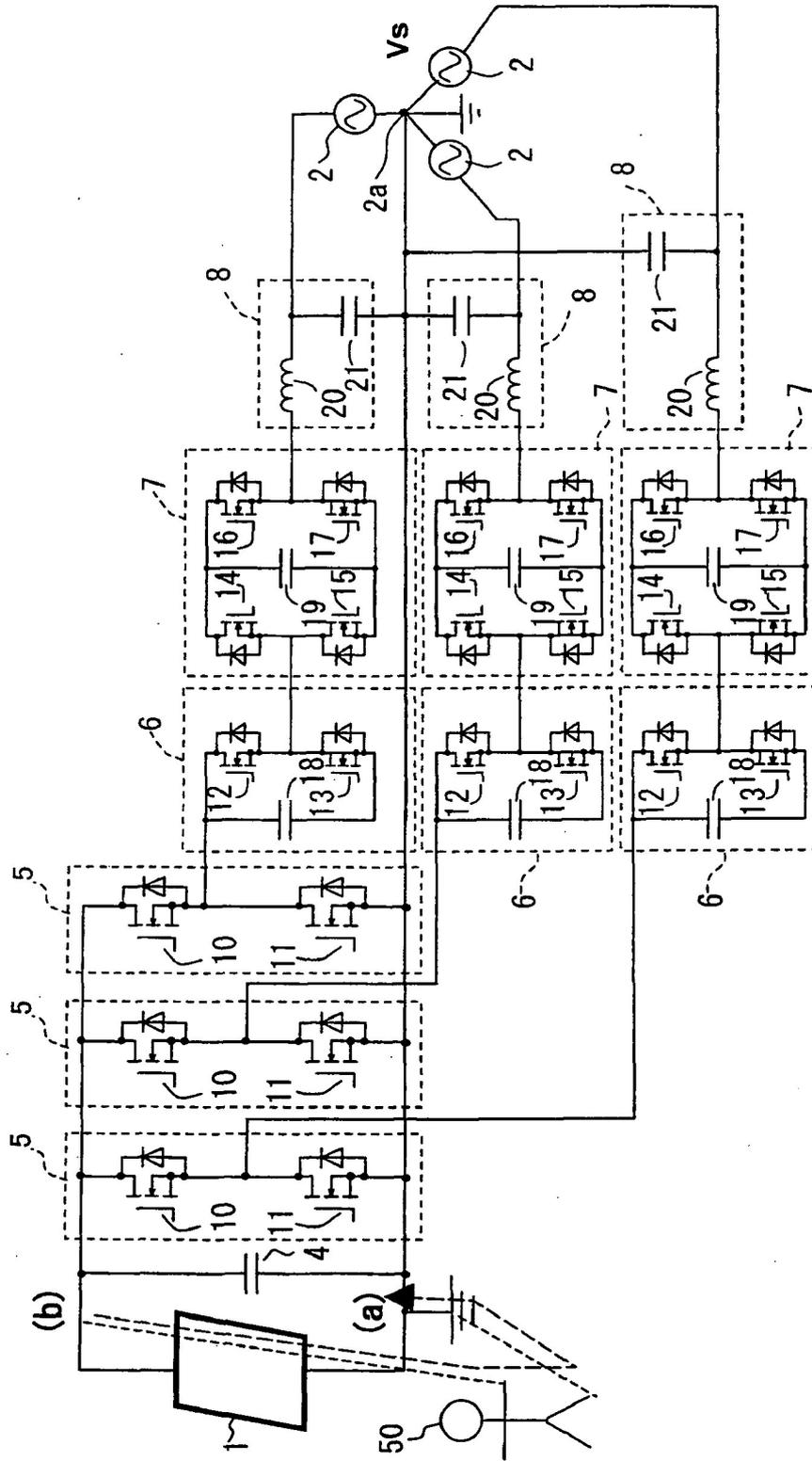


FIG. 16

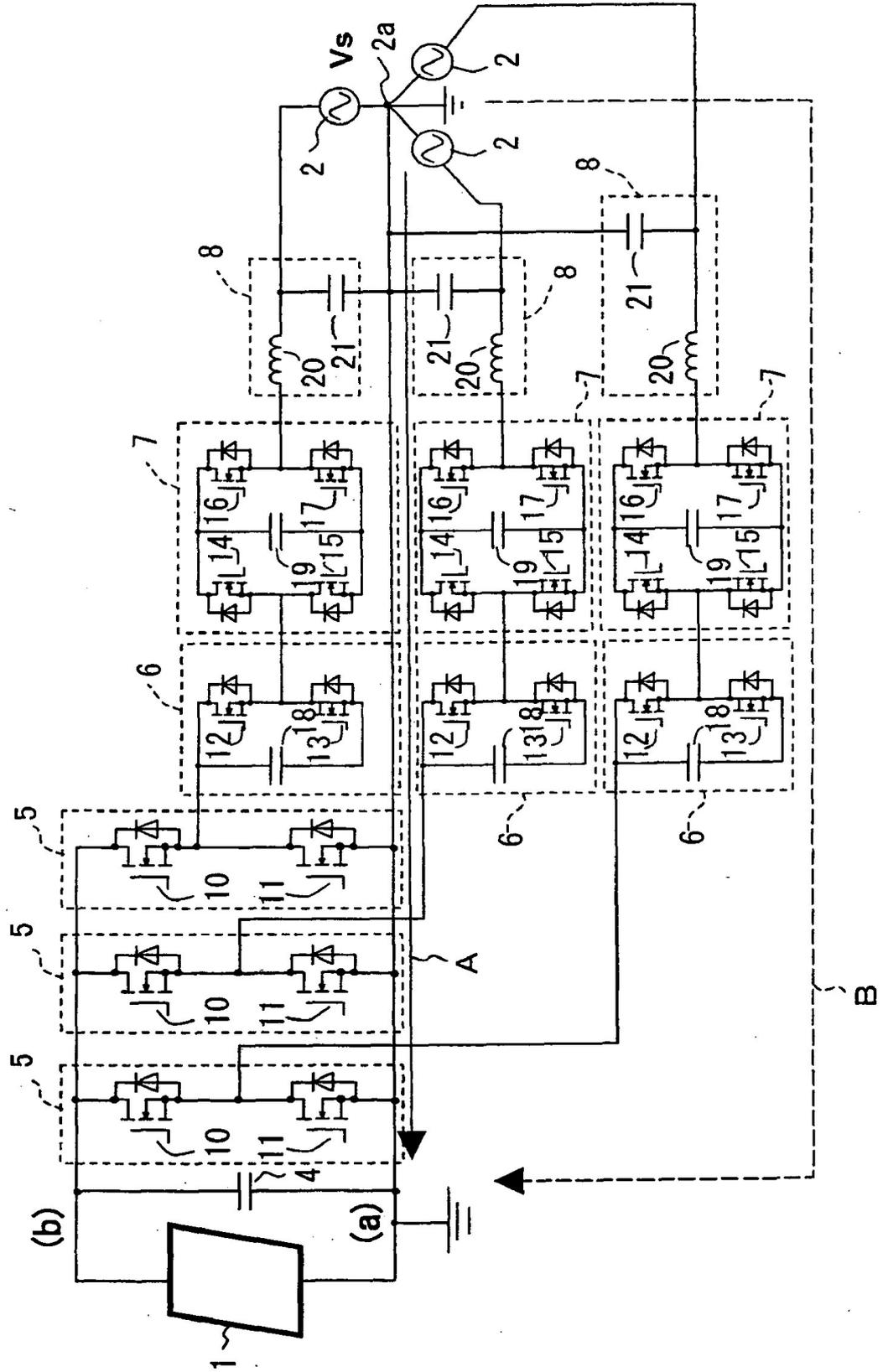


FIG. 17

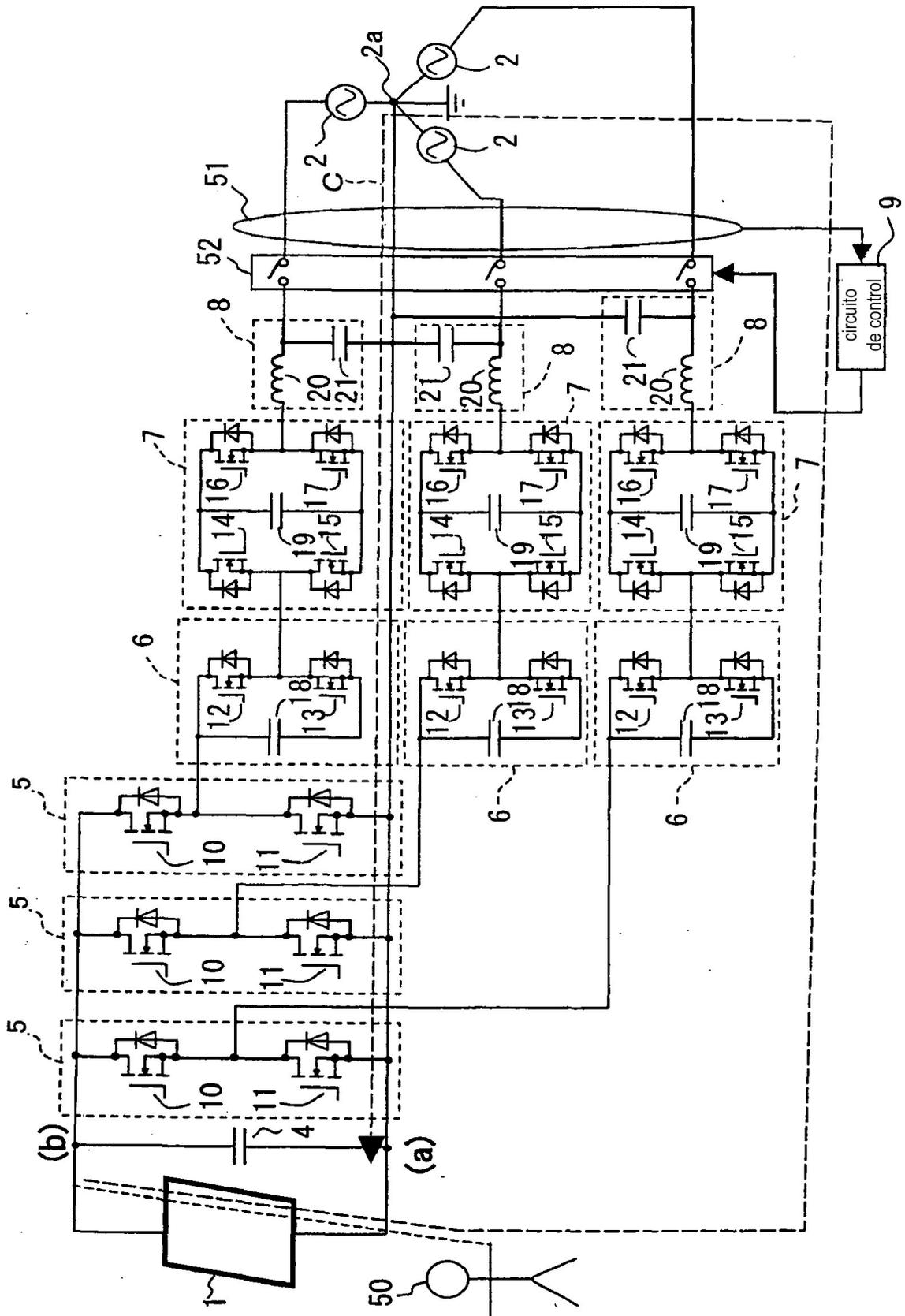


FIG. 18

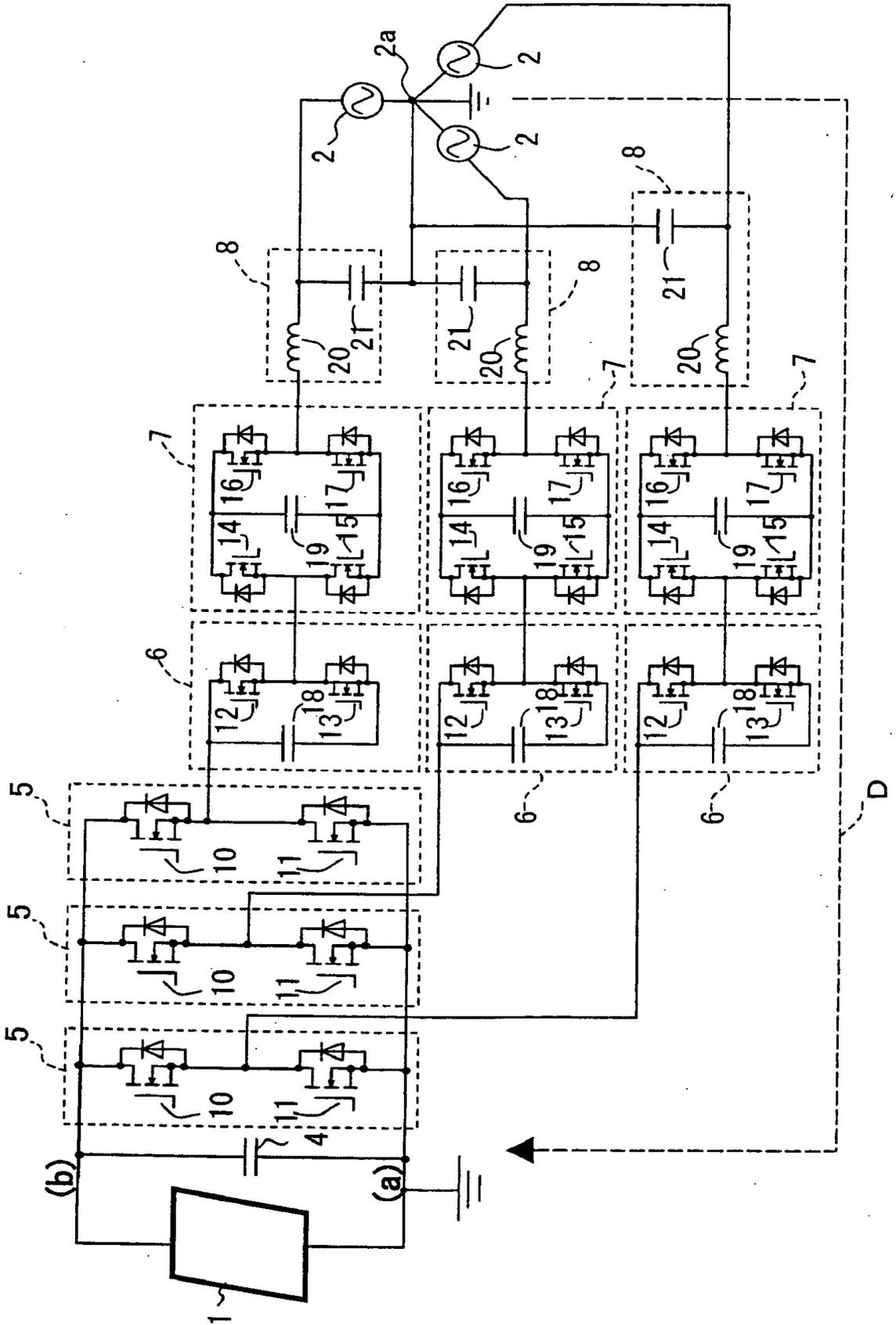


FIG. 19

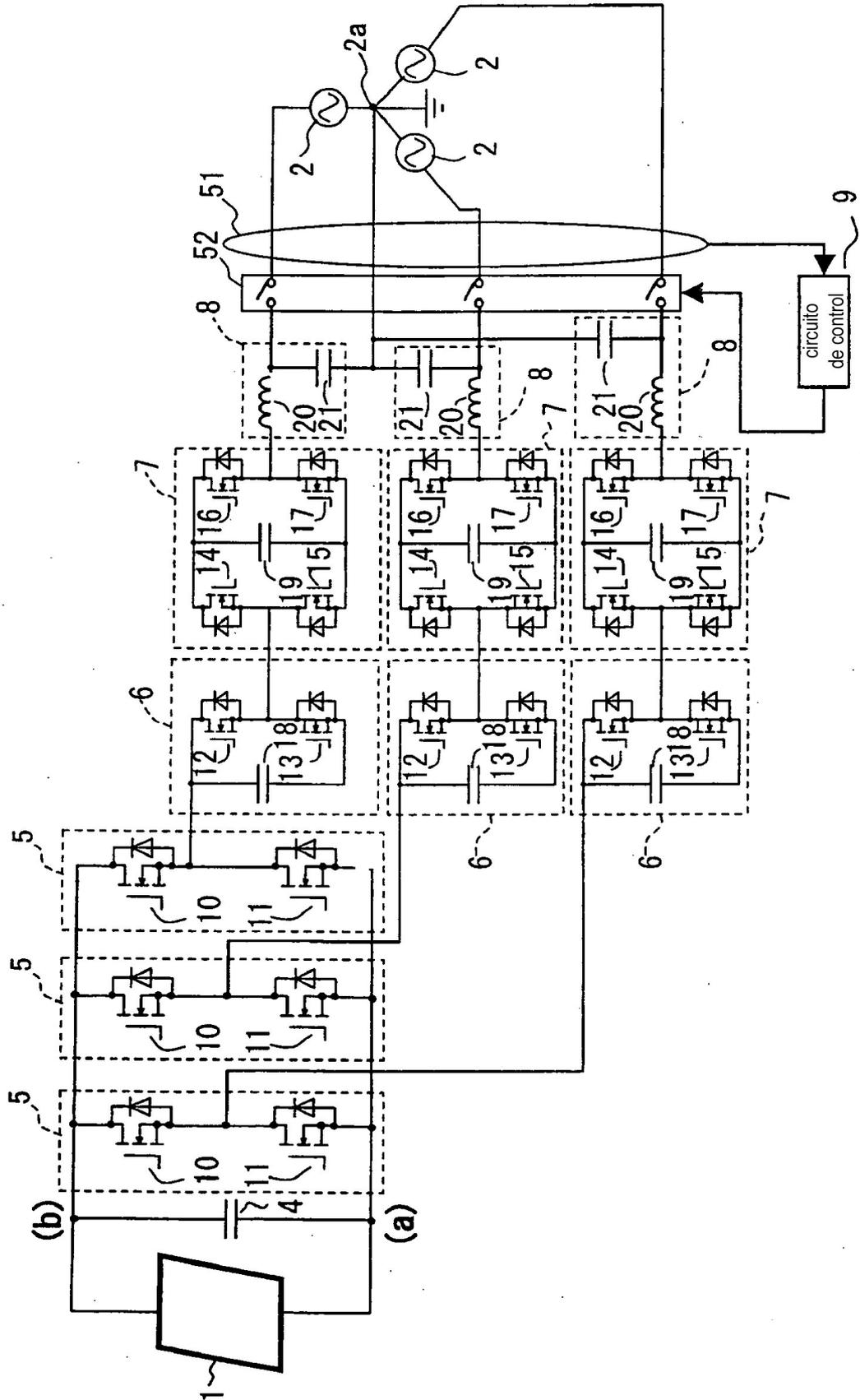


FIG. 20

